超级杂交水稻

制种技术

Chaoji Zajiao Shuidao
Zhizhong Jishu

刘爱民　肖层林　主编






NLIC2970801195


中国农业出版社

超级杂交水稻
制种技术

CHAOJIZAJIAOSHUIDAOZHIZHONGJISHU

刘爱民 肖层林 主编


宁波大学园区图书馆
藏书
NLIC


NLIC2970801195

中国农业出版社

图书在版编目（CIP）数据

超级杂交水稻制种技术/刘爱民，肖层林主编．—北京：中国农业出版社，2011.12
ISBN 978-7-109-16311-9

Ⅰ．①超…　Ⅱ．①刘…②肖…　Ⅲ．①水稻—杂交育种　Ⅳ．①S511.035.1

中国版本图书馆CIP数据核字（2011）第241022号

中国农业出版社出版
（北京市朝阳区农展馆北路2号）
（邮政编码100125）
责任编辑　舒　薇
文字编辑　吴丽婷

北京中兴印刷有限公司印刷　　新华书店北京发行所发行
2011年12月第1版　　2011年12月北京第1次印刷

开本：850mm×1168mm　1/32　　印张：6.125
字数：148千字　　印数：1～2 000册
定价：30.00元
（凡本版图书出现印刷、装订错误，请向出版社发行部调换）

序

我国自1996年立项超级稻育种计划以来，2000年实现了亩*产700千克的第一期超级稻产量目标，2004年实现了亩产800千克的第二期超级稻产量目标，2011年实现了亩产900千克的第三期超级稻产量目标。至2010年，我国已认定的超级杂交水稻品种达40多个，年种植面积已达到5 000多万亩。由此表明，中国超级杂交水稻研究与应用进展顺利，超级杂交水稻的理论与技术水平仍然处于国际领先地位，对确保中国粮食安全和国民经济发展具有十分重大的意义。

在超级杂交水稻组合中，以两系法超级杂交水稻组合为主，如第一期目标代表组合是两优培九，第二期目标代表组合是两优0293、Y两优1号等，第三期目标代表组合是Y两优2号。据2010年全国农业技术推广服务中心统计，年种植面积100万亩以上的大多是超级杂交水稻组合，种植面积400万亩以上的均是两系法超级杂交水稻组合。随着第三期超级杂交水稻育种目标的实现，超级杂交稻的种植面积将快速扩大，对超级杂交水稻种子的需求量亦将

---

* 亩为非法定计量单位。1亩≈667米^2。——编者注

不断增加。因此，超级杂交水稻安全高产制种是快速推广超级杂交水稻的保障。

超级杂交水稻之所以能实现育种目标，主要是在水稻杂种优势利用理论与技术上实现了两项创新：一是塑造了超级杂交水稻群体高光合效率的超高产株形；二是部分利用了籼粳亚种间的杂种优势。由于超级杂交水稻亲本的遗传背景比较复杂，在不同生态环境下，亲本的生育期特性、育性转换特性、开花授粉特性、种子形成发育特性等方面表现均有差异，因而对制种产量和种子质量影响较大，导致制种技术难度加大。我国在超级杂交水稻育种的同时，对超级杂交水稻的制种也进行了协作攻关，取得了显著成就。2010 年我国超级杂交水稻制种面积已达到 30 多万亩，制种单产平均约 160 千克/亩，高产达到 250 千克/亩以上，种子质量符合国家标准。由此，建立了超级杂交水稻安全高产稳产制种基本理论与技术体系。

《超级杂交水稻制种技术》一书凝聚了许多从事超级杂交水稻制种技术研究与应用的专业技术人员的智慧与贡献。在编写过程中，国家杂交水稻工程技术研究中心、湖南农业大学、湖南隆平种业有限公司等单位给予了很大关怀和支持，编写人员付出了辛勤劳动。该书在概括 30 多年杂交水稻制种理论与技术进步的基础上，重点总结了近 10 年来超级杂交水稻安全高产稳产制种理论与技术的研究成果与实践经验。内容全面、系统，重点突出，专业性强，对超

级杂交水稻制种具有较强的理论与技术指导价值，特向从事杂交水稻育种与制种的科研人员、技术人员及相近专业师生推荐作为参考书。

袁隆平

2011年10月

目　录

序

第 1 章　超级杂交水稻研究与应用概述 …………………… 1

1　超级杂交水稻组合选育与应用进展 …………………… 1

2　超级杂交水稻制种技术的探索 …………………… 4

3　超级杂交水稻制种展望 …………………… 7

3.1　杂交水稻制种基地组织管理方式展望 …………………… 7

3.2　杂交水稻制种技术展望 …………………… 9

第 2 章　制种生态条件选择技术 …………………… 11

1　雄性核不育系的温光反应特性 …………………… 11

1.1　雄性核不育系的温光反应类型 …………………… 11

1.2　育性转换临界温度 …………………… 11

1.3　育性转换温度敏感期及敏感部位 …………………… 12

1.4　花粉败育与自交结实 …………………… 13

2　超级杂交水稻制种基地与季节的条件 …………………… 13

2.1　气候条件 …………………… 14

2.2　生产条件 …………………… 16

2.3　社会条件 …………………… 16

3　超级杂交水稻制种基地与季节的协调安排 …………………… 16

3.1　三系法杂交水稻制种基地与季节安排 …………………… 16

3.2　两系法杂交水稻制种基地选择与季节安排 …………………… 18

第3章　父母本花期相遇调控技术 ································ 23

1　父母本播种期及播差期安排 ································ 23

1.1　父本播种期数安排 ································ 23

1.2　父母本播差期安排 ································ 25

1.3　父母本播差期调整 ································ 27

2　父母本秧龄期确定 ································ 28

3　花期预测与调节技术 ································ 29

3.1　花期预测方法 ································ 30

3.2　花期调节技术 ································ 37

第4章　父母本群体培养技术 ································ 42

1　田间种植方式的设计 ································ 42

1.1　父母本行比确定 ································ 42

1.2　行向确定 ································ 43

1.3　父本种植方式 ································ 43

2　父母本群体结构目标 ································ 46

2.1　父本群体结构与制种产量的构成 ································ 46

2.2　母本群体结构与制种产量的构成 ································ 46

3　父母本群体结构定向培养技术 ································ 47

3.1　父本育秧技术 ································ 47

3.2　母本育秧技术 ································ 48

3.3　母本直播与苗期管理技术 ································ 49

3.4　制种大田父母本培养技术 ································ 51

第5章　父母本异交态势的改良与授粉技术 ································ 54

1　“九二〇”喷施技术 ································ 54

1.1　“九二〇”喷施时期的确定 ································ 55

1.2　“九二〇”用量的确定 ································ 56

1.3 “九二〇”喷施次数与时间的确定 …… 58
1.4 “九二〇”喷施时加水量的确定 …… 58
1.5 父本喷施“九二〇” …… 59
1.6 “九二〇”养花 …… 59
2 割叶技术 …… 60
2.1 割叶的时期 …… 60
2.2 割叶程度及割叶后管理 …… 61
3 人工辅助授粉技术 …… 61
3.1 人工辅助授粉的必要性 …… 61
3.2 人工辅助授粉的时间与次数 …… 62
3.3 人工辅助授粉的工具与方法 …… 63
第6章　杂交水稻种子质量标准与检测技术 …… 65
1 种子纯度检测 …… 65
1.1 纯度意义及其标准 …… 65
1.2 种子纯度鉴定 …… 66
2 种子发芽率测定 …… 67
3 种子含水量测定 …… 68
4 种子净度分析 …… 69
5 种子裂颖粒率分析 …… 70
5.1 种子裂颖的表现 …… 70
5.2 裂颖种子对种子质量的影响 …… 71
6 种子穗萌穗芽粒率分析 …… 72
6.1 种子穗萌芽现象 …… 72
6.2 种子穗萌芽原因 …… 73
7 稻粒黑粉病粒率分析 …… 74
7.1 稻粒黑粉病的表现 …… 74
7.2 稻粒黑粉病发生的原因 …… 74

第 7 章　杂交水稻制种质量控制技术 …………………… 76
1　杂交水稻制种纯度控制技术 …………………… 76
1.1　使用高纯度的亲本种子 …………………… 76
1.2　制种田的前作处理与隔离 …………………… 77
1.3　田间除杂 …………………… 78
1.4　适时收割 …………………… 78
2　种子净度与发芽率控制技术 …………………… 80
2.1　及时干燥 …………………… 80
2.2　精选加工与贮藏 …………………… 80
2.3　穗萌穗芽控制 …………………… 81
3　稻粒黑粉病的防治 …………………… 82
3.1　安排开花授粉至种子成熟期的天气影响 …………………… 83
3.2　培育稳健的母本苗架 …………………… 83
3.3　适时适量使用“九二〇” …………………… 83
3.4　药剂防治 …………………… 84
4　两系法杂交水稻制种纯度监控 …………………… 84
4.1　选择育性安全期制种 …………………… 84
4.2　育性安全的判断与种子纯度的估算 …………………… 88
第 8 章　超级杂交水稻制种技术研究与实践 …………………… 92
1　温敏核不育系株 1S、陆 18S 的主要特征特性观察 …………………… 92
1.1　亲本生育期特性与形态特征 …………………… 92
1.2　育性表现 …………………… 93
1.3　异交特性 …………………… 95
1.4　对“九二〇”的敏感性 …………………… 96
2　两系杂交早稻新组合株两优 819 高产制种技术 …………………… 97
2.1　亲本特征特性 …………………… 97
2.2　制种技术要点 …………………… 98

3　两系杂交早稻新组合陆两优996高产制种技术 …………… 100
3.1　亲本特征特性 ………………………………………………… 101
3.2　高产制种技术 ………………………………………………… 101
4　超级杂交稻丰源优299超高产优质制种技术 …………… 105
4.1　亲本的主要特征特性 ………………………………………… 105
4.2　超高产优质制种技术 ………………………………………… 106
5　T优300稳产高产优质制种技术 ……………………………… 109
5.1　亲本的特征特性 ……………………………………………… 110
5.2　主要制种技术措施 …………………………………………… 111
6　协优9308高产制种技术 ……………………………………… 113
6.1　亲本特征特性 ………………………………………………… 113
6.2　高产制种技术 ………………………………………………… 114
7　杂交水稻Ⅱ优084母本旱育抛秧高产制种技术 …………… 118
7.1　亲本特征特性 ………………………………………………… 119
7.2　抛秧制种增产原因 …………………………………………… 119
7.3　旱育抛秧制种技术 …………………………………………… 120
8　优质高产杂交稻新组合天优998制种技术 ………………… 122
8.1　父母本特征特性 ……………………………………………… 122
8.2　父母本播差期安排 …………………………………………… 123
8.3　培育高产群体结构 …………………………………………… 123
8.4　适时适量喷施“九二〇” …………………………………… 124
8.5　加强病虫害防治 ……………………………………………… 124
8.6　严格去杂，保证种子纯度 …………………………………… 125
9　两优培九在湖南高产制种技术研究 ………………………… 125
9.1　材料与方法 …………………………………………………… 126
9.2　结果与分析 …………………………………………………… 126
9.3　结论 …………………………………………………………… 130
10　准两优527在桂南高产保纯制种技术 ……………………… 131
10.1　亲本特征特性 ……………………………………………… 132

10.2 高产保纯制种的主要技术措施 …………………………… 133
10.3 小结 ………………………………………………………… 137
11 超级杂交水稻组合Y两优1号优质高产制种技术 …… 137
11.1 亲本特征特性 ………………………………………………… 137
11.2 主要制种技术 ………………………………………………… 138
11.3 质量监控措施 ………………………………………………… 140
12 超级杂交稻两优0293在桂南安全超高产制种技术…… 141
12.1 亲本特征特性 ………………………………………………… 142
12.2 安全超高产制种技术 ………………………………………… 143

附录1 名词术语 ……………………………………………… 150
附录2 两系杂交水稻制种技术规范……………………………… 155

主要参考文献 ……………………………………………………… 180

第1章

超级杂交水稻研究与应用概述

1 超级杂交水稻组合选育与应用进展

水稻是世界一半以上的人口赖以生存的粮食作物，人口的持续增长与耕地面积的持续减少所造成的供需矛盾，已成为世界农业亟待解决的问题。提高水稻单位面积产量是水稻育种家们最重要的育种目标。20 世纪 60 年代，耐肥抗倒的高产矮秆品种取代了传统的低产高秆品种，从而大幅度提高水稻的单产，被称为“第一次绿色革命”。20 世纪 70 年代中期，水稻三系法杂种优势利用在中国研究成功，从此推广杂交水稻，使水稻的产量再一次大幅度提高，被称为“第二次绿色革命”。这两次水稻育种技术上的突破，使中国的水稻育种技术处于世界领先水平。中国杂交水稻的创始人袁隆平院士也被国际上誉为“杂交水稻之父”。

然而，如何进一步提高水稻的产量，培育更高产水稻品种，成为 20 世纪 80 年代以来水稻育种研究新的重点、热点和难点。日本在 1980 年提出了水稻超高产育种计划，要求在 15 年内育成比原有品种增产 50%的品种。国际水稻研究所 1986 年提出了“超级稻”育种目标，1989 年提出了超级稻（后改称为新株型育种）计划，到 2005 年育成比现有品种增产 20%～25%的超级稻。由于超级稻育种的技术难度较大，日本和国际水稻研究所至今尚未实现超级稻育种目标。袁隆平院士在《杂交水稻超高产育种》一文中指出，水稻超高产育种迄今并没有一个统一的标准和严格的定义，认为超级稻育种指标应该以单位面积的日产量而不是绝对产量为标准，

从而提出了每公顷日产 100 千克的超级杂交水稻育种目标。

袁隆平院士提出的超级杂交水稻育种目标，受到党和政府的高度重视。中国农业部于 1996 年设立了“中国超级稻育种”项目，计划在 2000 年育成亩产能达到 700 千克、2005 年培育出亩产达到 800 千克的超级水稻组合。1998 年朱镕基总理在袁隆平院士的立项报告上亲笔批示，“全力支持超级杂交稻的研究”，并拨专款 1 000 万元予以支持。同年，农业部组织专家对超级杂交水稻立项报告进行论证，正式立项后成立了由国家杂交水稻工程技术研究中心主持的全国协作攻关课题组，正式启动了我国超级杂交水稻全国协作研究攻关项目。

中国超级杂交水稻育种目标制定以后，袁隆平院士根据多年研究所得到的理论与积累的技术、实践经验，提出了超级杂交水稻育种的技术路线，将水稻籼粳亚种间杂种优势及远缘优势基因的利用与优良的植株形态相结合。从理论上分析，籼粳亚种间杂交水稻比品种间杂交水稻可增产 30%以上。超级杂交水稻优良株型具体指标为；株高 100 厘米左右，其中秆高 75 厘米，分蘖力中等，株型适度紧凑，上部 3 片叶长、直、窄、凹、厚，穗型下垂。这种株型的主要特点是高冠层、矮穗层，即“叶下禾”。高冠层能增加植株的光合面积，提高光能利用率；矮穗层降低植株的重心，提高植株的抗倒性。这种理想株型的高产模式是；每公顷的穗数为 270 万以上，单穗重 5 克左右，收获指数为 0.55（稻谷与稻草的比例，）日产量为 100 千克/公顷。

按照袁隆平院士制定的株叶形态改良与提高杂种优势水平相结合的技术路线，在已有的水稻杂种优势利用基础上，中国超级杂交水稻育种研究进展很快。国家杂交水稻工程技术研究中心和美国康奈尔大学合作，从野生稻中鉴定出两个能显著增产的数量性状位点（QTL），每个位点具有可增产 18%左右的潜力。国家杂交水稻工程技术研究中心的科研人员将稗草的 DNA 导入水稻品系育成的稗稻组合具有较高的增产潜力和较强的抗稻瘟病的能

力。相继育成了超级杂交水稻先锋组合，并研究了相应的制种与栽培配套技术。中国农业部对超级稻的验收标准是：同一品种在同一生态条件下，连续两年连片种植面积 100 亩以上达到超级稻育种目标。1999 年我国有 14 个百亩片、1 个千亩片，2000 年有 16 个百亩片、4 个千亩片亩产达到 700 千克以上。实现了农业部制定的"中国超级稻育种"项目中的中稻育种的一期目标。2001 年，以两优培九为主的超级杂交水稻种植面积达到 1 700 万亩，2002 年达到 2 700 万亩，平均亩产超过 600 千克。

中国超级杂交水稻第二期亩产 800 千克育种目标原计划到 2005 年实现，在 2001 年首届国家最高科技奖的颁奖大会上，袁隆平院士向中央领导和全体代表表示，中国超级杂交水稻超育种的二期目标可提前一年实现。2003 年，湖南有一个杂交早稻和 5 个杂交中稻百亩示范片达到了超级杂交水稻二期产量目标，2004 年湖南继续开展超级杂交水稻生产示范，实现了百亩示范片亩产 800 千克的二期目标，提前一年实现中国超级稻育种第二期目标。2006 年开始了第二期超级杂交水稻的推广。按每年推广 1 亿亩计算，比原有推广的杂交水稻组合每亩增产 150 千克，可增产粮食 150 亿千克，可解决 7 000 万人口的粮食问题。

农业部制订的超级稻标准（表 1 - 1），以单位面积产量与日产量为主要标准，且兼顾稻米品质标准，将超级稻分为广适型和耐肥型两类。广适型以在区域试验中的产量表现为依据，在区域试验中较对照（同熟期品种、组合）增产 8%及以上的品种（组合）称为广适型超级稻。耐肥型则以高肥水平种植，充分发挥其产量潜力而表现超高产的品种（组合）称为耐肥型超级稻。截至 2008 年底，农业部认定了 62 个超级杂交水稻组合，这些组合在不同生态类型稻区种植。按稻作生态型分类，有籼型超级杂交水稻和粳型超级杂交水稻，籼型杂交稻包括超级杂交早稻、晚稻、中稻和一季晚稻。按育种方法分类，有两系法超级杂交水稻和三系法超级杂交水稻。

表1-1　中国超级杂交水稻标准

区　域	长江流域早稻	长江流域早稻	长江流域中熟晚稻	华南早晚兼用稻长江流域迟熟晚稻	长江流域一季稻	长江上游迟一季稻
生育期（天）	≤105	≤115	≤125	≤132	≤158	≤170
百亩片产量（千克/亩）	550	600	660	720	780	850
品质	南方晚籼稻达到部颁3级米及以上标准，南方早籼和一季稻达到部颁4级米及以上标准					
抗性	抗当地1～2种主要病害					
示范面积	品种审定后2年内有1年生产示范面积5万亩以上					

至2008年止，湖南省共审定并认定了20个超级杂交水稻组合（两优培九、两优0293、两优389、准两优527、金优299、丰源优299、T优640、T优300、T优272、T优372、科优21、资优1007、株两优02、株两优819、株两优30、陆两优996、Y两优1号、C两优396、湘华优7号、Y两优7号），其中两系法杂交组合13个，三系法杂交组合7个；超级杂交早稻4个（全为两系法组合），超级杂交中稻或一季晚稻组合13个（6个为两系法组合）。

在实现了超级杂交水稻第二期育种目标前提下，袁隆平院士又提出了超级杂交水稻第三期育种目标。在技术路线上继续采用水稻籼粳亚种间杂种优势及远缘优势基因的利用与优良的植株形态相结合，在方法上采用分子育种和常规育种相结合的途径，计划到2010年，培育出亩产900千克的第三期超级杂交水稻，再一次大幅度提高水稻的单产，为保障中国的粮食安全，缓解世界的粮食供求矛盾，做出新的更大的贡献。

2　超级杂交水稻制种技术的探索

超级杂交水稻的制种与现有的一般杂交水稻制种比较，在制

种的程序与技术环节上基本相同。但是，由于超级杂交水稻在亲本选育中，较多地将籼稻、粳稻和爪哇稻混合血缘聚合以及多类型不育基因聚合，亲本表现生育期温光特性较敏感，植株高大，穗大粒多，着粒密度大，分蘖力强且成穗率较低，穗期花期较分散等特性，群体稳定性较差，对制种的生态适应性较窄。同时，由于多数超级杂交水稻是两系法杂交组合，所以超级杂交水稻制种主要是两系法杂交水稻制种。光敏不育系和温敏不育系的育性表达对光、温条件的要求具有较严格的选择性，增加了制种的技术难度。主要体现在制种区域和基地选择的局限性较大，制种季节的安排要求严格，对父母本定向异交栽培技术措施要求较高。不同类型的超级杂交水稻需选择不同的稻作生态区域制种。实践证明，水稻光温敏不育系育性转换起点温度与日长具有“遗传漂移”现象，为了保证两系法杂交水稻制种的纯度安全，必须严格按照不育系核心种子生产程序与方法生产和繁殖不育系种子，才能保证制种能使用育性转换起点温度与日长相对稳定一致的不育系种子。

两系法杂交水稻制种经历了技术摸索阶段、提高阶段、相对稳定阶段，现正向技术改革方向阶段发展。1990 年以前，由于对两系法不育系的育性转换特性的认识不足，无论粳型和籼型两系法不育系，其不育性都被认为是光敏核不育特性。在制种技术上以考虑育性敏感期的光照长度为前提，从制种基地的纬度出发，安排不育系的育性敏感期的安全。1989 年 7 月底 8 月初，长江中、下游地区出现了日均温 23.5℃的异常低温天气，籼型不育系出现了较严重的不育性波动，产生了较高的自交结实率，从而产生了“温敏核不育”概念。当时已有的籼型温敏核不育系的育性转换起点温度均高于 24℃，在制种过程中均发生了不育性波动，所产种子的纯度几乎均不合格。1991 年，湖南杂交水稻研究中心育成了育性转换起点温度 23.3℃的温敏核不育系培矮 64S，用培矮 64S 选配了培两优特青、培两优 288、培杂山青、

培杂茂三等两系杂交组合。但是，在制种基地选择和制种季节安排上仍处于较大盲目性。1993 年在湖南长沙双季水稻种植区域进行培两优特青制种 1.3 公顷，不育系育性敏感期恰处于长沙地区高温季节，不育性表达完全，虽然杂交种子纯度合格，但每亩制种产量仅为 56 千克。同期，在湖南益阳湖区安排培两优特青、培两优 288 等组合制种，不育系育性敏感期恰处地区最高温度时期，虽然能保证安全通过育性敏感安全期，但由于母本异交结实率低，每亩制种产量低于 100 千克。1994 年湖南衡阳地区安排衡两优 1 号春制，不育系育性敏感期安排在 6 月下旬至 7 月上旬，在 7 月初连续 3 天下雨，气温下降至 24℃以下，造成了不育系的不育性波动，杂交种子纯度均不合格。1995 年在湖南永州安排培两优 288 春制，同样于 6 月底 7 月初出现日平均气温低于 23℃天气，发生育性波动，制种失败。

湖南省两系杂交水稻制种技术研究协作课题总结了前几年对两系杂交水稻亲本制种特性的研究结果和各地两系杂交水稻制种经验与教训，从 1993 年组织对培矮 64S 系列和安农 810S 系列杂交组合制种技术进行攻关，围绕保不育系育性敏感期的安全，重点研究制种基地的选择和季节安排的条件。同时对高产保质制种的父母本栽培技术、不育系育性监控与杂交种子纯度预测判定进行了较系统的探索。1993 年培两优特青制种 40 亩，平均亩产只有 40 千克。1994 年该课题组在湘东安仁县双季稻区安排培两优特青和培两优 288 夏制 500 多亩，母本育性敏感期安全通过，平均亩产 105 千克，高产田块亩产接近 200 千克，种子纯度符合国家标准。1995 年将制种基地转移至湘西芷江县一季稻区，安排培两优特青、培杂山青和培两优 288 夏制 800 多亩，以当地夏季高温时段 7 月下旬为母本育性敏感期，母本群体不育性表现彻底，8 月上旬为开花授粉期，温湿度均适宜杂交水稻制种授粉，平均亩产达到了 150 千克，并出现了亩产 305 千克的高产制种田块。该课题组通过对培矮 64S 系列杂交组合连续两年制种实践

的总结，首次提出了两系杂交水稻制种“两个安全期”（光温敏核不育系育性敏感安全期、抽穗开花授粉安全期）的概念与协调安排的方法。1996、1997年对培矮64S系列和安农810S系列杂交组合在湖南怀化地区进行了万亩夏季制种技术示范，同时在湖南永州地区进行了秋季制种，均获得了成功。两系法杂交水稻制种的成功，为推广两系杂交水稻提供了保障。1998年，两系法杂交水稻高产保纯制种技术获得了湖南省科学技术进步二等奖。

但是，由于两系法杂交水稻制种的母本为光温敏不育系，不育性的完全表达受光温条件制约，所以两系法杂交水稻制种在基地的选择和制种季节的安排上，没有三系法杂交水稻制种自由。三系法杂交水稻制种只强调一个气候安全期（抽穗开花授粉期），两系法杂交水稻制种则强调两个气候安全期（光温敏核不育系育性敏感安全期、抽穗开花授粉安全期）。由此认为，应在适宜三系法杂交水稻制种区域内选择两系法杂交水稻制种基地，并根据光温敏不育系生育期安排安全育性敏感期。

21世纪以来，湖南省两系法超级杂交水稻制种技术研究课题组在总结前10多年两系法超级杂交水稻制种技术研究与实践的基础上，制订了《两系法杂交水稻种子生产技术规范》，于2006年6月1日作为湖南省地方标准发布实施，该技术规范对于两系法超级杂交稻的种子生产起到了促进和保障作用。

3 超级杂交水稻制种展望

3.1 杂交水稻制种基地组织管理方式展望

中国目前杂交水稻制种基地组织管理方式，概括起来可分为两种方式，即农户分散制种和大户租地制种。农户分散制种方式是农户利用自家承包的责任田，在种子企业或制种承包商

组织下进行制种，是中国杂交水稻制种的主要组织方式，以这种方式制种基地面积占全国总制种面积的80%以上，湖南、江西、四川、重庆和华南部分制种区基本上为这种制种组织方式。

随着农村劳动力向城市的转移，农民收入多元化和农民生产生活水平的不断提高，以农户责任田分散制种组织模式正在面临着巨大的挑战。由于以农户为基本制种单元，农户责任田面积小而分散，一家一户小面积的制种收入已不能满足农民日益提高的生产生活水平的需求，而完全靠提高种子收购价来提高种农收入又不现实。制种农事操作劳力越来越缺乏，技术措施落实不及时、不到位，造成农户间制种产量和种子质量的差异越来越大，制种经济效益低，且农户间效益不平衡，挫伤了部分农户制种积极性。由此导致杂交水稻制种基地落实难，制种隔离难，种子企业制种基地越来越分散，制种成本越来越高。由此可见，以农户责任田分散制种方式已不适应杂交水稻发展对种子市场的需求。所以，杂交水稻制种必须实现规模效益，通过制种基地田地的转包（租），种子企业或大户统一承租田地制种或基地农户以田地入股形式加入农民专业合作组织等，实现杂交水稻制种规模化。

生产商租地规模化制种组织方式，是生产商向基地农民成片租用土地，聘请有技术的农民负责制种的田间管理，临时请当地农民进行移栽、病虫防治、授粉、收割等环节的操作，部分操作环节实行机械化。这种组织管理方式便于制种隔离与统一技术操作，降低了制种成本，有一定的规模效益。制种商租用土地规模化制种方式在海南南部、江苏盐城和广西博白等区域发展较快。在海南三亚、乐东、陵水等地每年制种面积可稳定在5万亩左右。广西博白县制种基地部分技术员或农民从20世纪90年末期起租用当地农户稻田进行规模制种。2000年以来，江苏盐城开始从千家万户分散制种向大农场租地方式转变，正在逐步实现规

模化、机械化制种。湖南省攸县、绥宁县杂交水稻制种面积较大，制种基础较好。近年来，生产商租用农户土地规模化制种方式发展较快，在部分制种基地成立了杂交水稻制种专业合作社，在制种操作过程中正加速向机械化方向发展。

3.2　杂交水稻制种技术展望

中国现有的制种技术是建立在一家一户小规模、高投入、劳力密集型精耕细作生产方式上研究而成的。虽然中国的杂交水稻制种技术处于国际领先水平，但在制种过程中仍存在多种灾害性风险，因而必须在制种技术上创新变革，技术变革的主要内容有：以机械化耕种为主的轻型栽培技术，如机械耕田、母本直播或抛栽、大型机械喷施农药、机械收割、测土配方施用制种专用肥料、亲本种子包衣技术、化学除草除杂技术、抗倒伏技术、病虫害生物防治技术、种子烘干技术等。

随着中国农村城镇化建设的推进，大批农村劳动力向城镇转移，传统的劳力密集型、精耕细作栽培方式必然向规模化、机械化、标准化的方式转变。2006 年以来，在规模较大和实力较强的大型种子集团的带领下，建立杂交水稻制种产、学、研联合技术研究与示范基地，逐步建成稳定的杂交水稻制种基地，杂交水稻制种开始向规模化、规范化、标准化方向发展。湖南隆平种业有限公司与湖南农业大学、湖南杂交水稻研究中心在湖南省绥宁县建立杂交水稻产、学、研联合研究与示范万亩规模化制种基地，将为杂交水稻制种技术创新进行研究与示范。杂交水稻亲本的育秧移栽方式正在转变为软盘育秧抛秧、整地直播和免耕直播制种等方式，将大大减轻制种劳动强度和减少劳动力投入，节省制种成本。在施肥技术方面，根据父母本生长发育特性，研制制种专用肥料，并推行测土配方施肥技术，使杂交水稻制种肥料使用时期和使用量符合对亲本实行定向异交栽培的要求。在杂交水稻制种过程中，微量元素、植物生长调节剂、生物菌肥等的研制

与使用，将进一步提高父母本花期预测与调节的可靠性，提高父母本抗倒性、抗病性，提高父本花粉和母本柱头外露率与生活力，提高制种产量和种子质量，增加杂交水稻制种效益，推进机械化和标准化制种技术的发展。

第2章

制种生态条件选择技术

1 雄性核不育系的温光反应特性

1.1 雄性核不育系的温光反应类型

根据不同的水稻光温敏核不育系对温度和光照的反应，将不育系主要分为温敏核不育系、光温敏核不育系两类。温敏核不育系育性转换的主要诱导因子是温度，目前生产上应用的籼型水稻光温敏核不育系属于温敏核不育系，如培矮64S、安农810S、安湘S、株1S、陆18S、Y58S、广占63S、C815S、湘陵628S等，光照长度对育性转换只有一定的辅助作用。粳型水稻光温敏核不育系多为光温敏型核不育系，生产应用的粳型水稻光温敏不育系有7001S、N5088S等。光敏温核不育系育性转换的主要诱导因子是光照长度，在一定温度范围（如日均温24～30℃）内长日照条件下表现不育，短日照下表现可育，但是超过该温度范围，光照长短对育性转换作用被掩盖，如日均温低于23℃，不论长日照还是短日照均表现可育，日均温高于30℃时，不论短日照还是长日照下，均表现不育。23～30℃称为光敏温度范围，23℃称为育性转换下限临界温度，30℃则是育性转换上限临界温度。不同的不育系光敏温度范围有差异。

1.2 育性转换临界温度

育性转换临界温度（又称不育起点温度），是指光温敏不育

系的育性发生转换的阀值温度，育性敏感期遇上高于此阀值温度时转向不育，且温度越高，不育越彻底；低于此阀值温度高于生理不育温度（一般为18℃）时转向可育；处于此阀值温度左右时，不育系群体单株间育性表现有差异，不表现完全败育，但可育度低，这种现象称为育性波动。在相同的日平均温度下，日最低温度与日最高温度的差异对育性表达有一定的影响。

水稻温敏核不育系间育性转换临界温度值不同。为保证两系杂交水稻制种不育系不育性安全的需要，育性转换临界温度应相对较低。1989 年 7 月底 8 月初出现连续 5 天日最低温度 20.0℃左右、日高温 26.0℃左右、日均温 24.0℃左右的低温天气，当时的籼型水稻光温敏不育系育性转换临界温度均高于 24℃，都发生了不育性波动。1990 年将温敏不育系育性转换临界温度鉴定指标定为 24.0℃。随后选育了培矮 64S、安农 810S、香 125S、安湘 S，临界温度值在 24.0℃左右，其中培矮 64S 为 23.3℃。湖南省气象研究所根据湖南历年气象资料分析，认为育性转换临界温度在 24.0℃的水稻光温敏不育系在大多制种区域的风险系数为 0.05～0.10，且制种基地选择的安全区域与季节很窄。1993、1996 年在 7 月份出现了连续 3 天低于 24.0℃的低温，导致大部分两系制种基地的母本育性波动。为此，1997 年湖南省将实用型水稻光温敏不育系的临界温度鉴定指标降低到 23.5℃，在湖南可选用于两系杂交水稻安全制种基地范围扩大，随后选育的测 64S、株 1S、陆 18S 的临界温度在 23.0℃以下。

1.3 育性转换温度敏感期及敏感部位

温度对水稻光温敏不育系的雄性育性转换起作用的时期称为育性温度敏感期，水稻光温敏不育系的育性转换的温度敏感期在幼穗分化的雌雄蕊形成期至花粉单核期，即幼穗分化Ⅳ至Ⅵ期，在抽穗前 10～20 天。对于某一天开花的单个颖花的温度敏感期，不育系间有差异，培矮 64S 在开花前 15～18 天，安农 810S 在开

花前 12～17 天，香 125S 在开花前 11～16 天，株 1S 在开花前 12～17 天。

通过对培矮 64S 及其他不育系在育性敏感期灌水深度试验表明，育性转换的温度敏感部位在幼穗。不论温度的高低，只要幼穗部位在育性敏感期的温度处于临界温度以下时，均表现为可育，在临界温度以上时表现不育。这一发现为水稻光温敏不育系的繁殖开辟了冷水灌溉繁殖新途径。

1.4　花粉败育与自交结实

水稻光温敏不育系在不育期花粉败育的表现与三系法质核互作型不育系一致。花粉败育的类型与敏感期的温度密切相关，以安农 S-1 为资源转育成的安农 810S、香 125S 等，在敏感期温度比其临界温度高 3℃以上时，育性败育表现为无花粉型，在敏感期温度比其临界温度高 0.5～3.0℃时的花粉败育以典败为主。培矮 64S 在敏感期处于临界温度或略高于临界温度时，以典败为主，并有少量的染败花粉。

当温敏期的温度处于临界温度值左右时，不育系有少量的黑染花粉，不育系单株间染色花粉率有较大差异，套袋或隔离栽培，平均自交结实率 0.5%左右。当温敏期处于比临界温度值高 0.5℃以上时，花粉败育彻底，自交结实率在 0.1%以下。当温敏期处于比临界温度值低 0.5℃以下时，可育的黑染花粉为 10%以上，自交结实率在 2%以上；随着处理温度的降低和低温处理时间的延长，不育系转向正常的可育状态，黑染花粉率可达到 80%以上，自交结实率 60%以上。

2　超级杂交水稻制种基地与季节的条件

20 世纪 70 年代三系法杂交水稻育成后，为了加速杂交水稻推广，曾实行“村村制种、队队制种”，不仅制种产量很低，而

且种子质量差。1978 年后中国建立了“四化一供”种子工作体系，种子公司组织专业化杂交水稻制种，从而对制种基地的条件选择和制种季节的安排进行探索。三系法杂交水稻制种产量从 20 世纪 70 年代末期的每亩 20～30 千克，至 90 年代提高到每亩约 200 千克。三系法杂交水稻制种技术研究与实践表明，制种产量的提高，除了对父母本的培养、异交特性的改良外，基地的选择和季节的安排是杂交水稻制种高产稳产和优质的重要技术环节。两系法杂交水稻制种起步于 20 世纪 80 年代末期，由于制种的母本是光温敏核不育系，其核不育基因要在一定的光温条件下才能完全表达不育性，因此两系法杂交水稻制种在基地的选择与季节的安排上，较三系法制种更为严格，基地的选择与季节的安排决定着制种的成败。

2.1 气候条件

水稻是典型的自花授粉作物，经过长期的自然选择，在适宜种植水稻的区域和季节，其花器和开花授粉结实习性均已适应该地域和季节的气候（主要是温度和湿度）条件。但是，杂交水稻制种是雄性不育系与父本（恢复系）完全异花授粉结实的过程。水稻的花器小，开花时间短，柱头和花粉生活力较弱，在父母本开花授粉过程中需要更适宜的温度、湿度和光照条件，才能顺利完成异花授粉过程，使不育系结实种子。因此，在能够种植水稻区域虽然都可以进行杂交水稻制种，但不一定都能获得制种高产与优质种子。杂交水稻制种基地的选择和季节的安排，可归纳为杂交水稻制种生态条件的选择。对两系法杂交水稻制种而言，既要选择最适宜的抽穗开花授粉期的生态条件，又要选择光温敏核不育系育性敏感期安全的生态条件。前者是两系法杂交水稻制种高产稳产的条件，后者是两系法杂交水稻制种能否成功的条件。

2.1.1 抽穗开花授粉期的安全气候条件 抽穗开花授粉期，

即见穗至终花期，该时期的气候条件适宜与否，影响父母本抽穗、开花、授粉、结实，决定制种产量的高低。所以该时期的天气条件是否适宜水稻抽穗、开花、授粉、结实，即该段时期天气条件是否安全，是杂交水稻制种首先考虑的问题。该段时期安全气候条件的基本要求是：其一，不出现连续3天以上整天降雨天气。其二，日平均气温以26～28℃为宜，不出现连续3天以上日平均气温高于30℃或低于24℃，无连续3天以上日最高温高于35℃或日最低温低于22℃的天气。其三，相对湿度以80%～90%为宜，无连续3天以上高于95%或低于75%天气。其四，每天上午开花授粉时段不出现连续3天以上自然风力大于3级的天气。

2.1.2　光温敏不育系育性敏感期的安全气候条件　温敏不育系育性敏感期的气候条件安全与否，主要是不育系群体育性敏感期，即幼穗分化第Ⅲ期（幼穗第二次枝梗原基分化期）末至第Ⅵ期（花粉母细胞减数分裂期）末，即不育系抽穗前10～20天，日平均气温必须高于不育系育性转换起点温度（为保证不育性安全，一般要求高于不育系育性转换起点温度1℃以上），且日最低气温不低于20℃。温敏不育系育性敏感期的气候条件还需考虑不育系育性敏感期对低温的忍受程度，有的温敏不育系对低温的忍受能力较强，在育性敏感期能忍受更多天数的低温，因此在该时期内即使出现一定的能忍受的低温，也可认为属于育性敏感期安全条件范围。

2.1.3　种子成熟收割期的安全气候条件　杂交水稻制种授粉期结束后，种子进入结实灌浆期，天气晴朗，昼夜温差大（10℃以上），种子灌浆成熟速度快，籽粒饱满。在授粉期结束后的10天左右种子进入成熟阶段。由于杂交水稻制种所用母本雄性不育、异交结实，常常表现为种子内外颖闭合不严，有裂颖现象，且在抽穗需喷赤霉素等原因，导致进入成熟阶段的杂交种子易在穗上萌动发芽。因此，从杂交水稻制种的种子进入成熟阶段至收割干燥阶段，制种基地应晴朗少雨，无降雨天气，空气相对

湿度较低的气候条件。

2.2 生产条件

制种基地除了适宜的气候条件外，还应具备相应的生产条件。其一，基地内稻田集中连片，地势开阔，光照充足；其二，方便制种隔离；其三，土壤结构性能良好，首选深泥壤土，土壤肥力水平较高；其四，水利条件好，排灌方便，无冷浸水田，灌溉水源水温在25℃以上；其五，常年病虫害（尤其是稻瘟病、白叶枯病、稻粒黑粉病、稻曲病、螟虫、飞虱等）发生较轻，且无水稻检疫性对象（细菌性条斑病、稻象甲等）；其六，常年发生强风暴雨、洪涝、冰雹、持久性干旱等恶性灾害的概率较低。

2.3 社会条件

杂交水稻制种是典型的“公司＋基地＋农户”的“订单农业”。但是，杂交水稻制种不同于其他农产品生产，应具有相应的资质与条件。其一，制种单位应具有相应生产资格，在实施制种前要向省级种子管理部门办理杂交水稻种子生产许可证。其二，要与制种基地有关组织或制种农户签订合同。其三，制种基地具有良好的社会风气，制种组织者（村、组负责人）的组织协调能力较强，农民有较高的科技和法律、法规意识，较高的制种积极性，并有一定的科学种田技术和种子质量意识。其四，交通通讯较便利，便于生产资料和种子运输与制种田机械化操作。

3 超级杂交水稻制种基地与季节的协调安排

3.1 三系法杂交水稻制种基地与季节安排

三系法杂交水稻制种30多年的研究与实践表明，中国杂

交水稻制种基地可划分为五大制种生态优势区域：即长江中游南部春秋两季制种区、长江上游及中游一季制种区、华南早晚两季制种区、长江下游一季制种区、海南南部冬播春制区。

3.1.1 长江中游南部春秋两季制种区 该区域包括湖南中南部、江西中南部、广西北部、福建西北部，制种基地主要分布在中低海拔的丘陵山区。春制区包括湖南郴州、邵阳、衡阳、永州、株洲、长沙、湘潭等地区部分县、市，江西宜春、遂川、乐安、南丰等地区，广西桂林市各县。该区域常年春制面积40万亩左右，适宜制种的组合为长江中下游稻区的杂交早稻和杂交晚稻组合。3月中旬至4月播种，4月下旬至5月中旬移栽，抽穗开花授粉期安排在6月中旬至7月上旬。秋制基地主要分布在江西宜春、湖南永州、广西桂林等部分县、市，常年制种面积5万亩左右，适宜制种的组合为长江中下游稻区的杂交晚稻中熟组合。6月份播种，6月下旬至7月上旬移栽，抽穗开花授粉期安排在8月下旬至9月上旬。

3.1.2 长江中上游一季制种区 该区域包括四川、重庆、湖北和湖南西部与北部丘陵山区。四川、重庆是典型的一季稻作区，只能安排杂交水稻夏季制种，基地主要分布在四川的绵阳、德阳、南充、遂宁，重庆的壁山、江津、涪陵、忠县等。常年制种面积50万亩左右，适宜制种的组合主要为长江流域稻区的杂交中稻。4月份播种，5月下旬至6月中旬移栽，抽穗扬花授粉期安排在7月中旬至8月上旬。湖南夏制基地主要分布在绥宁、汝城、资兴、溆浦、靖县、麻阳、洪江、芷江、靖州等地，常年制种面积10万亩左右，在该区域选择海拔300～500米的山区为一季制种基地，适宜制种的组合为长江中下游稻区的杂交中稻和杂交晚稻中、迟熟组合。4月份播种，5月下旬至6月中旬移栽，抽穗开花授粉期安排在7月中旬至8月中旬。

3.1.3 长江下游一季制种区 该区域主要包括江苏盐城市

的大丰、建湖、阜宁、响水等地。该区域为海洋性适温高湿气候，是一季制种（夏制）的适宜基地，常年制种面积10万亩左右，适宜制种的组合为一季稻迟熟组合。5月份播种，6月份移栽，抽穗扬花期安排在8月中下旬。

3.1.4 华南早晚两季制种区 该区域包括广东和广西南部，制种基地主要分布在广西的博白、南宁、武鸣、田阳、北流、玉林等，广东的廉江、遂溪、化州、高州等，常年制种面积约15万亩。该区域同一个基地一年可安排两个制种季节，即早季（造）制种和晚季（造）制种，早季制种组合主要为华南稻区晚季种植的生育期较长的中、晚稻组合，即“早制晚用”。早季制种的抽穗扬花期安排在5月中、下旬，晚季制种的抽穗扬花期安排在9月份。

3.1.5 海南南部冬播春制区 该区域主要为海南南部的陵水、三亚、乐东、东方制种区。常年制种面积在5万亩左右。适宜制种的组合类型多，可根据种子市场需要安排，一般以杂交晚稻组合为主。制种抽穗扬花期安排在3月下旬至4月中旬。

3.2 两系法杂交水稻制种基地选择与季节安排

3.2.1 根据不育系育性温光特性选择区域与安排季节 目前籼型两系法杂交组合的母本主要是温敏核不育系，如安农810S、香125S、株1S、陆18S、广占63S、Y58S、C815S、准S等，均为温敏核不育系，其育性转换临界温度存在差异，为23～24℃。2009年湖南省制订的温敏核不育系审定标准规定，温敏核不育系育性转换临界温度标准为<23.5℃。

籼型温敏不育系在不同稻作区种植育性敏感安全期不同。培矮64S在湖南郴州地区种植育性敏感安全期在7月10日至9月初，不育历期长达60天，但在常德地区种植育性敏感安全期在7月15日至8月25日，不育历期仅45天（表2-1）。

表2-1　培矮64S在湖南各地的育性敏感安全期

地　点	纬　度	海拔（米）	不育历期（天）	育性敏感安全期（月/日～月/日）
郴州桥口	24°24′	112	60	7/10～9/初
怀化安江	27°39′	270	45	7/20～8/20
长沙市芙蓉区	28°12′	43.8	50	7/15～8/底
常德贺家山	28°94′	30.5	45	7/15～8/25

以温敏核不育系所配杂交组合制种的基地选择与季节安排，以考虑育性敏感期温度（气温与水温）为首要条件。在水稻生产的主要季节（夏季），对温度影响较大的主要因素是海拔高度，海拔每上升100米，温度可下降0.6℃，所以温敏不育系所配组合制种基地不能选择在高海拔（500米以上）稻区。在长江流域及南方稻区，春季至夏初雨水较多，气温变化较大，易出现日平均气温低于24℃天气，因此温敏不育系制种不宜安排春制。在长江流域的秋季（8月中、下旬），气温开始下降，年际间气温常不稳定，可能因冷空气南下导致日平均气温低于24℃，因此温敏不育系制种不宜安排正常秋制，宜安排早秋制。华南稻区秋季气温下降较迟，可以安排温敏不育系秋制，但不能安排在台风暴雨发生频率较高的区域制种。

在光敏温度范围内，光敏核不育系育性转换条件主要为光照长度。粳型7001S、N5088S等为光温敏核不育系，影响光照长度的因素是纬度。粳型光温敏核不育系N5088S在武昌（北纬30°27′）4月18日至7月8日播种，其育性敏感安全期从7月下旬至8月10日；在江西省浮梁县（北纬29°07′）育性敏感安全期在7月底至8月10日。7001S在长沙地区完全不育期在7月15日至8月25日，育性敏感安全期在6月底至8月5日；在安徽合肥地区的育性敏感安全期在7月下旬至8月5日。同纬度同季节年际间光照长度相同，因此以光敏核不育

系所配杂交组合的制种基地选择与季节安排较温敏核不育系所配组合简单。

光温敏互作不育系的育性变化条件以光照长度为主，温度起辅助作用。温光敏互作不育系的育性变化条件以温度为主，光照长度起辅助作用。光温敏互作型不育系和温光敏互作型不育系等系列组合制种，则应根据不育系育性转换的临界光长与临界温度确定制种区域，选择制种基地和安排制种季节。光敏不育系所配组合的制种，应在长江流域以北区域安排夏季制种为宜；光温互作不育系、温光互作不育系所配组合的制种，宜在长江流域一季稻区安排夏季制种，不宜在华南和海南区域制种，尤其不能安排秋制。

3.2.2 根据不育系育性敏感期的安全系数选择基地与安排季节 收集两系制种基地有气象观测资料以来所有年份适合不育系育性敏感安全期的日平均温度，找出连续3天的日平均气温均值低于制种所用不育系育性转换临界温度值的年份及次数，计算公式如下：

育性敏感期安全系数＝

$$1-\frac{\text{连续 3 天日平均气温均值低于不育系临界温度值的年份数}}{\text{有气温资料的年份数}}$$

当育性敏感期安全系数为1时，表明制种不育性安全；当育性敏感期安全系小于1时，制种有一定风险。

3.2.3 两系法杂交水稻制种两个安全期的协调安排 两系法杂交水稻制种要确定两个安全期，即母本育性敏感安全期和抽穗开花授粉安全期。抽穗开花授粉安全期的要求与三系法制种一致，母本育性敏感安全期是两系法制种独特要求。两系法制种母本生长发育进入育性敏感期时，光温条件能够保证不育系的不育基因完全表达，不育性表现彻底，该时期称为育性敏感安全期。由于两系法杂交水稻制种需要满足两个安全期的气候条件，所以两系法杂交水稻制种两个安全期安排的原则是在保证不育系育性敏感期安全的前提下，再合理安排抽穗开花授粉期的安全。

由于两系杂交水稻组合所用不育系不同，其育性转换的起点温度存在差异，所以选择制种基地和确定季节也不相同。选用育性转换临界温度在23.5℃以下的温敏不育系，如培矮64S、株1S、陆18S、Y58S等系列组合制种，可在湖南、江西、江苏、桂北、粤北等海拔在500米以下的区域选择夏制或秋制基地。育性转换临界温度在24.0℃左右的温敏不育系，如安农810S、准S、P88S等系列组合制种，宜在湖南、江西南部和华南稻区的丘陵区选择制种基地，安排夏季制种和秋季制种，夏制时不育系育性敏感期安排在7月中、下旬，抽穗开花授粉期安排在7月下旬至8月上旬，秋制时不育系育性敏感期安排在8月上、中旬，抽穗开花授粉期安排在8月下旬至9月初。这类不育系所配杂交组合也可在海南南部选择制种基地，安排冬播春制，不育系育性敏感期安排在4月10日至5月上旬，抽穗开花授粉期安排在4月下旬至5月中旬（表2-2）。

表2-2 部分两系杂交组合制种“两个安全期”的协调安排

组合	制种基地与季节	育性敏感安全期（月/日）	安全抽穗扬花期（月/日）	播种期（月/日）	
				父本	母本
两优培九	湘西南夏制	7/20～8/10	8/15～8/28	5月上旬	5月下旬
	江苏盐城夏制	7/20～8/12	8/15～8/25	4月下旬	5月底
	华南秋制	8/1～9/10	8/25～9/15	6月上旬	6/25～7/10
	海南早春制	4/15～5/10	4/25～5/10	1月下旬	2月中旬
两优0293	华南秋制	8/1～9/5	8/25～9/10	6月上旬	6/25～7/5
	海南早春制	4/15～5/10	4/25～5/10	1月下旬	2月中旬
Y两优1号	湘西南夏制	7/20～8/10	8/10～8/25	5月上旬	5月下旬
	江苏盐城夏制	7/20～8/12	8/15～8/25	4月上旬	5月中旬
	华南秋制	8/1～9/10	8/25～9/10	6月上旬	6/25～7/10
	海南早春制	4/15～5/10	4/25～5/10	1月下旬	2月中旬
准两优527	华南秋制	8/1～9/10	8/25～9/8	6月上旬	6/25～7/10
	海南早春制	4/15～5/10	4/25～5/10	1月下旬	2月中旬

（续）

组合	制种基地与季节	育性敏感安全期（月/日）	安全抽穗扬花期（月/日）	播种期（月/日）	
				父本	母本
株两优 02 陆两优 819 株两优 819 陆两优 996	湘西南夏制	7/10～8/10	7/25～8/25	/	5 月下旬
	湘南秋制	8/5～8/25	8/25～9/5	/	6 月下旬
	桂中粤中北秋制	8/10～9/5	8/25～9/15	/	6 月下旬
	桂中粤中北夏制	7/25～8/15	8/15～8/30	/	6 月中旬
	海南早春制	4/5～5/5	4/20～5/15	/	2 月中、下旬

两系法杂交水稻制种实践证明，在不适宜三系法制种区域和制种季节安排两系法制种，其制种产量很低，且种子质量也难保证。例如，在湖南、湖北、江西平湖区安排两系法杂交组合夏季制种，不育系育性敏感期安排在该区域最高温度时段（7 月中、下旬），尽管不育系育性敏感期很安全，但父本同样受到高温影响而表现花粉发育不良，抽穗开花授粉期往往遇上 8 月上旬高温，影响母本柱头、父本花粉生活力，导致制种产量低，种子质量差。因此，为保证两系法杂交水稻制种时不育系的育性的安全和制种高产稳产，两系法杂交水稻制种应在适宜于三系法杂交水稻高产稳产的制种区域内选择基地。由此可见，两系法制种基地的选择范围较窄，制种季节安排较三系法制种严格。

第3章

父母本花期相遇调控技术

杂交水稻制种父母本同期抽穗开花，称之为花期相遇，父母本花期相遇是保证制种产量的前提。水稻开花期较短，群体开花期一般为 10 天左右。根据父母本花期相遇的程度，可分为 5 种类型：一是花期相遇理想，指父母本“始花不空，盛花相逢，尾花不丢”，在整个花期中，父母本盛花期完全相遇。二是花期相遇良好，即父母本始穗期只相差 2～3 天，父母本的盛花期能达到 70%以上相遇。三是花期基本相遇，即父母本始穗期相差3～4 天，父母本的盛花期只有 50%左右相遇。四是花期相遇较差，即父母本始穗期相差 5～7 天，父母本的盛花期基本不遇，只有父母末尾花与始花相遇。五是花期不遇，即父母本始穗期相差 8 天以上，制种产量很低甚至失收。

杂交水稻制种父母本花期相遇技术，主要包括 3 个技术环节：其一，父母本播期的确定。根据父母本生育期差异及其生育特性，安排父母本播种差期（简称播差期）。其二，父母本花期预测与花期调节。其三，父母本规范栽培管理。

1 父母本播种期及播差期安排

1.1 父本播种期数安排

20 世纪 70 年代初期，三系法杂交水稻刚育成，曾采用一期父本制种。70 年代中、后期，为保证父母本花期相遇，曾采用

二期父本制种。80 年代初期，为保证父母本花期全遇，即“始花不空，盛花相逢，尾花不丢”，则采用三期父本制种。80 年代中期，随着赤霉素使用技术与母本群体定向培育技术的提高，母本群体的抽穗开花历期缩短，由 12～15 天缩短至 8～10 天，从而再推行一、二期父本制种。

采用二期父本制种，即父本分两次播种，两次播种间隔时间为 6～10 天，或前后父本叶龄差为 1.1～1.5 叶。两期父本的播种量各为总用种量的 50%，移栽时两期相间插植，各占 50%。采用三期父本制种，即父本分 3 次播种，相邻两次播种间隔为 5～7 天，或叶龄差 1.1 叶。3 次播种量和移栽量各占 1/3，或者第一期和第三期各占 1/4，第二期占 1/2。

采用一期、二期、三期父本制种，父本群体抽穗开花历期和田间花粉量表现较大的差异。一期父本制种，其抽穗开花历期比采用二期父本短，二期父本比三期父本短。一期父本，制种单位面积总颖花数比二期父本约增加 10%，二期父本比三期父本约增加 5%。因此，一期父本制种，父本抽穗开花历期缩短，田间总花粉量增加，单位时间与空间的花粉密度扩大，提高了母本授粉的几率。三期父本制种父本群体抽穗开花历期长，虽然可以保证父母本花期相遇较好，但是，田间总花粉量减少，单位时间与空间花粉密度较小，母本授粉几率降低，而且增加用工、用地等成本。

对父本播种期数的安排，可以从两个方面来考虑：一是考虑父本本身的分蘖成穗能力和抽穗开花历期的长短。若父本生育期长（父母本播差期长），分蘖成穗率高，有效穗多，穗大粒多，花粉量大，且抽穗开花历期较长（比母本长 4 天以上），宜采用一期父本制种；若父本生育期较短（父母本播差期短，甚至父母本播差期“倒挂”），分蘖成穗能力一般，抽穗开花历期与母本相当或略短的父本，则宜采用二期父本制种。二是考虑父母本生育期温光特性和对肥水敏感性。若对父母本生育期变化影响因素和影响程度已了解，特别是多年在同一基地相同季节同一组合的制

种，可采用一期父本制种；若对父母本生育期特性不甚了解，或新组合制种，或在新基地制种、或改变制种季节，宜采用三期父本制种。

1.2　父母本播差期安排

由于父母本生育期（指播始历期）的差异，所以父母本不能同期播种，两亲本播种期的差异为播差期（天数）。播差期是根据两个亲本的生育期特性（感光性、感温性、营养生长性）和制种父母本理想花期相遇的始穗期标准确定的。现有杂交水稻组合父本的生育期多数比母本长，在制种时先播父本，后播母本，这种方式称为父母本播差期“顺挂”。若母本生育期比父本长的组合制种，则母本先播种，父本后播种，这种方式称为父母本播差期“倒挂”。安排父母本的播差期，首先必须对该组合的亲本进行多年分期播种试验，了解亲本生育期特性的变化规律。确定父母本播差期的方法有叶龄差法（叶差法）、播始历期差法（时差法）、积温差法（温差法）。

1.2.1　叶差法　以双亲主茎总叶片数和在不同生长发育时期的出叶速度为依据推算父母本播差期的方法，称为叶（龄）差法。值得指出的是，父母本主茎总叶片数差值并非制种播种叶差。父母本播种叶差应包含两个方面的含义，一是父母本的主茎叶片数差值，二是父母本共生阶段，父母本因出叶速度不同而引起生长叶片数差值的累加值。两者之和即为父母本能同时达到剑叶全展时的叶龄差值。

例如丰源优299在湖南绥宁基地夏制，母本主茎总叶片数12叶，父本16叶，播种叶龄差不是4叶，而是6.5～7.0叶，即父母本在共生阶段，母本生长12叶的时间与父本生长9.0～9.5叶所需时间相同，其间父母本有2.5～3.0叶的累加差值。另外，因父母本剑叶全展至见穗（即“破口”期）所需时间存在差异，要使父母本花期相遇理想，还要根据父母本剑叶全展至破

口见穗经历时期的长短及始穗期标准进行调整。

杂交水稻亲本间的主茎总叶片数及其出叶速度存在差异，但是同一亲本在同地同季较正常的气候条件与栽培管理下，其主茎叶片数相对稳定。亲本主茎叶片数的多少依生育期长短而异，早籼不育系生育期短，如协青早 A、金 23A、T98A、丰源 A、株 1S、陆 18S、准 S 等，主茎叶片数 11～13 叶；中籼不育系生育期较长，如Ⅱ32A、培矮 64S、P88S、Y58S 等，主茎叶片数 14～15 叶。

在相同的播种季节和栽培条件下，同一亲本的主茎叶片数大致相同，但在气候条件和栽培技术差异较大的年份可相差 1～2 叶。同一杂交组合在同一地域、同一季节和不同年份的制种，用叶差法安排父母本播差期较为准确，但是不同季节制种叶差值有差异，特别是感温性、感光性强的亲本更是如此。两优培九在江苏盐城区域夏制，播种时差 32 天，叶差 7.0～7.5 叶，在湖南绥宁夏制时差 18 天，叶差 3.8～4.0 叶，在湖南麻阳夏制时差 22 天，叶差 5.8 叶。因此，叶差法的应用要因时因地而异。

1.2.2 时差法 时差法即播始历期推算法。父母本在稻作生态条件相似地区、同一季节和相同栽培管理条件下，从播种到始穗的天数（播始历期）相对稳定。根据这一原理，利用父母本的播始历期的差值安排父母本的播种差期。

例如丰源优 299 制种，其父本湘恢 299 在湖南绥宁 4 月 10 日左右播种，7 月 20 日左右始穗，播始历期约 100 天。母本丰源 A 在 5 月中旬播种，7 月 20 日左右始穗，播始历期约 66 天，父母本播始历期差值为：100－66＝34 天，由于丰源优 299 制种父母本理想花期相遇标准为：母本比父本早始穗 2～3 天，因此丰源优 299 在湖南绥宁基地夏制的时差为 31～32 天。

按照播始历期差安排父母本播差期，只适宜年际气温变化小的地区和季节，同一组合在同一基地不同年份的夏播秋制常用此法。在气温变化大的季节与地域制种，如在长江中下游区域春播

夏制，因年际间春季某一时段气温变化较大，亲本播始历期稳定性差，只用时差法确定播差期时易出现父母本花期不遇或相遇较差。

1.2.3 温差法 籼型水稻的生物学下限温度为12℃，上限温度为27℃，从播种到始穗每天大于12℃和小于27℃之间温度的累加值为播始历期的有效积温。用父母本从播种到始穗的有效积温差确定父母本播差期的方法称为温差法。感温性水稻品种在同一地区即使播种期不同，播种至始穗期的有效积温相对稳定，可用父母本的有效积温差安排父母本播种差期。例如，某杂交组合在湖南夏制，父母本播始历期有效积温差为300℃，从父本播种后的第二天起记载每天的有效积温，待有效积温累加到300℃之日播种母本。采用温差法虽然可以避免由于年度间温度变化所引起的误差，但是避免不了因栽培管理对苗期生长影响的误差。

在确定父母本播差期时，应结合父母本特性和制种季节的气候条件，将3种方法综合分析应用，以叶差为基础，温差作参考，时差只在温度较稳定的制种季节采用。春制和夏制期间，由于气温不稳定，大多用叶差法，温差和时差作参考。秋制期间气温较稳定，大多采用时差法，叶差和温差作参考。

1.3 父母本播差期调整

在采用以上三种方法确定父母本播差期的基础上，在制种的实际操作中，还要考虑当年播种时段迟早，播种移栽方式，秧苗素质，当年气温变化，水肥条件等，对父母本实际播差期稍作调整。

1.3.1 根据当年先播亲本播种时段作调整 如果当年播种时段提早，且先播种亲本播后的气温比往年偏低，则先播亲本的播始历期往往略有延长，主茎叶片数也将有增加，因此应延长父母本播差期。

1.3.2 根据母本播种移栽方式作调整 父母本播差期一般是以母本采用湿润育秧及大苗移栽方式确定，若某一亲本改变育秧移栽方式，如母本后播并采用直播方式，父母本播差期则应延长2天左右；如母本采用软盘育秧抛秧方式，父母本播差期则应缩短2天左右。

1.3.3 根据叶差与时差吻合程度作调整 若父母本播种叶差与时差吻合较好，则按原设计的播差期播种，如果叶差到了时差未到，则以叶差为准，适当缩短时差；若时差到了叶差未到，则适当减小叶差增加时差。

1.3.4 根据先播亲本秧苗素质作调整 先播父本秧苗生长好，秧苗素质好，则应在原计划基础上提早1～3天播母本；若父本秧苗素质差，应推迟1～3天播母本。

1.3.5 根据后播亲本播后天气状况作调整 及时关注天气预报并作分析，预计后播亲本播种时或播种后有低温阴雨天气，母本则应提早1～3天播种，若预计后播亲本播种时或播后天气状况正常，则不需调整。

1.3.6 根据母本种子质量与用种量作调整 母本种子发芽质量好，且计划单位面积用种量多，可推迟1～2天播种；若母本种子发芽质量较差，且用种量少，则应提早1～3天播种。

1.3.7 根据父本播种期数作调整 采用一期父本制种，父本群体抽穗开花期较采用二期父本制种缩短，因此，应比二期父本制种缩短叶差0.5叶，或缩短时差2～3天。

2 父母本秧龄期确定

在确定了父母本播种差期和抽穗扬花期的基础上，还应根据父母本的特性安排适宜的秧龄期。所谓适宜秧龄期，不仅包括播种到移栽所需要的天数，还包括移栽时秧苗的叶龄。制种季节、育秧移栽方式、亲本生育期类型是确定适宜秧龄的主要依据。采

用水田育秧大苗移栽方式，早稻类型和晚稻早、中类型组合春制或夏制，移栽秧苗应控制叶龄在主茎总叶片数的 45%以内，中稻类型组合夏制，亲本秧苗叶龄控制在主茎总叶片数的 50%以内。超过该秧龄范围，移栽至制种田后分蘖少，易出现早穗。适龄秧移栽，能使禾苗在大田有足够的营养生长期，以利于根系和分蘖生长发育，为幼穗发育、抽穗结实等生殖生长奠定基础。

秧龄期的长短对父母本的播始历期有较大影响，秧龄期长，播始历期延长；秧龄期短，播始历期缩短。所以，在安排制种父母本播差时，还应根据栽培技术因素确定父母本的秧龄期。在前作收割期较迟，制种移栽劳力紧张，不能保证按期移栽，使亲本延长秧龄期时，则应调整播差期。如湖南夏制香两优 68，父本在 3.0 叶移栽的播始历期为 48～50 天，4.0 叶移栽为 50～52 天，5.0 叶移栽为 52～54 天。两优培九在广西南宁制种，父本 9311 的秧龄期每延长 1 天，其播始历期增加 0.8～1.0 天（表 3－1）。

表 3－1　9311 不同秧龄期的播始历期与栽始历期比较

（2006，南宁）

播种期（月/日）	移栽期（月/日）	秧龄期（天）	始穗期（月/日）	播始历期（天）	栽始历期（天）
6/3	7/7	34	9/2	91	57
6/3	7/8	35	9/3	92	57
6/3	7/12	39	9/7	96	57
6/10	6/30	20	8/28	79	59
6/20	7/8	18	9/6	78	60

3　花期预测与调节技术

在父母本生长发育期间，对植株外观形态、叶龄及出叶速

度、幼穗分化进度等进行观察与分析，推测父母本距始穗期天数，以此判断父母本花期相遇程度。父母本的生育期除受父母本遗传特性决定外，同时还受气候、土壤、秧苗素质、秧龄、肥水管理等因素影响，导致父母本播历期的变化可能出现比预期提早或推迟，造成父母本花期相遇偏差。尤其是新组合、新基地的制种，在播差期的安排与培管技术上对花期相遇的把握较小，更有可能出现父母本花期不遇。因此花期预测是杂交水稻制种非常重要的技术环节，其目的是及早准确地推断父母本的始穗期，预测父母本花期是否相遇。一旦发现父母本花期相遇有偏差，以便及早采取相应的措施调节父母本的生长发育进程，确保父母本花期相遇。

3.1 花期预测方法

花期预测方法较多，在不同的生长发育阶段可采用相应的预测方法。常用的方法有幼穗剥检法、叶龄余数法、对应叶龄法、积温推算法、播始期推算法等。叶龄余数预测法和积温推算法在各生长发育阶段均可使用。幼穗剥检法只适宜在幼穗分化开始后进行，该法简单直观。最常用的方法是幼穗剥检法和叶龄余数法。

3.1.1 幼穗剥检法 根据水稻幼穗发育 8 个时期的外部形态，直接观察父母本幼穗发育进度，预测父母本花期能否相遇。具体做法是：选取主茎幼穗（一穴中叶片最长的幼穗）。无论每穴单本移栽或多本移栽，每穴只取一根主茎穗剥检。同一块田内取样数量则依田间禾苗生长发育整齐而定，一般剥检 10～20 个幼穗。父母本群体的幼穗发育阶段确定以 50%～60%的植株发育时期为准。从幼穗开始分化时开始剥检，幼穗分化初期，每隔 1～2 天剥检一次，幼穗分化中、后期，每隔 3～5 天剥检一次，观察幼穗的发育进度。幼穗发育的初期，用放大镜或解剖镜观察，可以提前掌握其准确发育时期，及早

准确预测花期。

幼穗发育各个时期的形态特征可形象地归纳为："一期水泡现，二期苞毛现，三期毛丛丛，四期谷粒现，五期颖壳分，六期叶枕平，七期穗带绿，八期穗即见"。生育期不同的亲本幼穗分化历期有所差异（表3-3）。

T优300夏制，父本R300的幼穗分化历期比母本T98A长3～4天，理想花期相遇要求父本比母本早1～2天，父母本幼穗分化各期的对应关系应为：父本比母本提早5天开始幼穗分化，即父本幼穗Ⅱ期末时，母本开始幼穗分化；父本幼穗分化在Ⅲ期时，母本幼穗在Ⅰ期，父本比母本快1.5～2.0期；父本幼穗Ⅳ～Ⅵ期时，比母本快1期；父本幼穗Ⅶ期时，母本应在Ⅵ期中，或父本较母早2～3天。

陆两优996或株两优819夏制或秋制，父母本幼穗分化历期相当，理想花期相遇则要求母本比父本早3～4天始穗，在幼穗分化Ⅲ～Ⅳ期，母本应比父本早1.0～1.5期，即母本比父本早3～5天进入幼穗分化。

Y两优1号在湖南夏制和广西中、南部秋制，父母本幼穗分化历期相当。理想花期相遇要求母本比父本早3～4天始穗，父母本幼穗分化各期的对应关系应为：母本比父本提早3～5天开始幼穗分化，母本幼穗Ⅱ期末时，父本开始幼穗分化；母本幼穗Ⅳ～Ⅵ期时，比父本早1期，母本剑叶全展时，父本余叶0.5～1.0叶；母本幼穗Ⅷ期时，父本处于Ⅶ期。

杂交组合父本的主茎总叶片数比母本若多4叶以上，父本幼穗分化历期长于母本。根据父母本理想花期相遇的要求，在幼穗分化Ⅲ期前，父本应比母本早1～2期；幼穗分化在Ⅳ、Ⅴ、Ⅵ期时，父本应比母本早0.5～1.0期；幼穗分化在Ⅶ、Ⅷ期时，父母本的幼穗发育相同或相近。父本主茎叶片数比母本多2～3叶的组合，父本的幼穗分化历期较母本略长，根据父母本理想花期相遇的要求，父母本幼穗发育进度可保持基本一致或母本略迟

于父本。父母本主茎总叶片数相同的组合制种，父本的幼穗分化速度和群体抽穗开花速度均较母本快，因此，母本的幼穗发育进度应快于父本 1.0～1.5 期。

3.1.2 叶龄余数法 叶龄余数是指主茎总叶片数减去主茎已出的叶片数，即未抽出的叶片数。例如，已知某亲本在某制种基地往年同季的主茎总叶片数为 14，当主茎叶龄 11 片叶时，其叶龄余数为 3 叶。水稻进入幼穗分化后期，出叶速度比营养生长期明显减慢，但出叶速度较稳定，因此可以利用叶龄余数预测和推算其始穗期。其方法是：首先根据定点观察的叶龄，求出叶龄余数，再结合第二双零叶、伸长叶枕距判断正在伸出叶是倒 3 叶、倒 2 叶或剑叶。第二个双零叶出现时，出现第一个明显伸长叶枕距即倒 3 叶露尖。根据叶龄余数判断幼穗分化时期，并判断父母本对应的发育进程和估计始穗期。水稻叶龄与幼穗发育对照表（表 3-2），直观表示了水稻最后几片叶与幼穗发育和始穗的时间关系，可以查出不同主茎叶片数父母本的幼穗分化及两者的对应关系。

据解剖观察，稻株从幼苗至幼穗分化开始前，心叶内有 4 个幼叶及叶原基。幼穗分化是在光、温反应的成花诱导后开始进行，叶原基分化停止，代之以苞原基分化。由于心叶内始终保持 4 个幼叶及叶原基，因此，当倒 5 叶是心叶时，完成了成花诱导，到倒 4 叶抽出时，就以分化苞原基来代替第 4 叶原基的分化。这就是稻穗分化总是开始于倒 4 叶抽出时的原因，也是用叶龄余数作为稻穗分化鉴定指标的生物学理论基础。简易法是基于各时期在穗部性状形成中的作用，形态诊断上的方便和出叶周期 3 个方面，概括为穗分化与最后 3 片半叶有关，历时 4.5 片的出叶周期，从倒 4 叶后半期起，每出一片叶或经历一个出叶周期，穗分化向前推进一期。倒 4、5 叶期是杂交水稻制种花期预测调整最有效的关键时期，可于始穗前一个月前后用体视显微镜观察判定。

表 3-2　水稻幼穗分化时期划分的直观简易法与传统八期法对照表

<table>
<tr><th colspan="6">简　　易　　法</th><th colspan="3">八期法</th></tr>
<tr><th colspan="2">穗分化时期</th><th>穗部性状形态特征</th><th>与倒四片叶对应关系</th><th>经历出叶数（叶）</th><th>余叶数</th><th>穗分化时期</th><th>经历出叶数（叶）</th><th>余叶数</th></tr>
<tr><td>一期</td><td>苞分化期</td><td>穗轴分化穗轴分节</td><td>倒四叶出生后半期</td><td>0.5</td><td>3.0～3.5</td><td>Ⅰ期</td><td>0.5</td><td>3.5～3.0</td></tr>
<tr><td rowspan="3">二期</td><td rowspan="3">枝梗分化期</td><td>一次枝梗分化</td><td rowspan="3">倒三叶出生期</td><td rowspan="3">1.0</td><td rowspan="3">2.0～3.0</td><td rowspan="2">Ⅱ期</td><td rowspan="2">0.5</td><td rowspan="2">3.0～2.5</td></tr>
<tr><td rowspan="2">二次枝梗分化</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Ⅲ期</td><td rowspan="3">1.0</td><td rowspan="3">2.5～1.5</td></tr>
<tr><td rowspan="3">三期</td><td rowspan="3">颖花分化期</td><td rowspan="2">颖花分化</td><td rowspan="3">倒二叶期及剑叶出生初期</td><td rowspan="3">1.2</td><td rowspan="3">0.8～2.0</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Ⅳ期</td><td rowspan="2">0.7</td><td rowspan="2">1.5～0.8</td></tr>
<tr><td>雌雄蕊形成</td></tr>
<tr><td rowspan="2">四期</td><td rowspan="2">性细胞分化形成期</td><td>花粉母细胞形成</td><td rowspan="2">剑叶出生中后期</td><td rowspan="2">0.8</td><td rowspan="2">0～0.8</td><td>Ⅴ期</td><td>0.5</td><td>0.8～0.3</td></tr>
<tr><td>母细胞减数分裂</td><td>Ⅵ期</td><td>0.3</td><td>0.3～0</td></tr>
<tr><td rowspan="2">五期</td><td rowspan="2">花粉粒充实完成期</td><td>花粉粒充实</td><td rowspan="2">剑叶鞘伸长澎大（外形孕穗）</td><td rowspan="2">1.0加2天</td><td rowspan="2"></td><td>Ⅶ期</td><td>1.0</td><td rowspan="2"></td></tr>
<tr><td>花粉粒完熟</td><td>Ⅷ期</td><td>2天</td></tr>
</table>

表 3-3 部分水稻不育系与恢复系幼穗分化历期

系名		幼穗分化历期（天）								播始历期（天）	主茎叶片数（叶）
		Ⅰ第一苞原基分化期	Ⅱ第一枝梗原基分化期	Ⅲ第二次枝梗和颖花原基分化期	Ⅳ雌雄蕊原基形成期	Ⅴ花粉母细胞形成期	Ⅵ花粉母细胞减数分裂期	Ⅶ花粉内容物充实期	Ⅷ花粉完熟期		
金 23A 新香 A	分化期天数	2	2	4	5	3	2	8		51～60（长沙）	10～12
	距始穗天数	25～26	23～24	19～22	14～18	11～13	9～10	/			
T98A 准 S	分化期天数	2	2	4	5	3	2	8～9		55～70	11～13
	距始穗天数	26～27	24～25	20～23	15～19	12～14	9～11	/			
珍汕 97A 丰源 A	分化期天数	2	3	5	5	3	2	9		60～75	12～14
	距始穗天数	27～28	24～26	20～24	15～19	12～14	10～11	/			
湘恢 299 Ⅱ32A	分化期天数	2	3	5	6	3	2	7	2	95～120	15～17
	距始穗天数	27～28	24～26	20～23	14～19	11～13	9～10	3～9	2		
密阳 46 IR26	分化期天数	2	3	5	7	3	2	7	2	90～110	16～18
	距始穗天数	29～30	26～28	22～25	15～21	12～14	10～11	3～9	2		
蜀恢 527 9311	分化期天数	2	3	5	7	3	2	8	2	85～110	17～19
	距始穗天数	30～31	27～29	22～26	15～21	12～14	10～11	2～9	2		

表3-4 水稻叶龄与幼穗发育对照表

（周承杰，1989）

主茎叶片数（叶）								幼穗发育期	分化期天数	叶龄余数	距抽穗天数*
11	12	13	14	15	16	17	18				
8.2	8.5~9.0	9.5~10.1	10.5~11.2	11.5~12.0	12.5~13.0	13.5~14.0	14.5~15.0	第一苞分化期（一期看不见）	2~3	3.5~3.1	24~32
8.3~8.9	9.1~9.7	10.2~10.9	11.3~12.0	12.1~12.7	13.1~13.7	14.1~14.6	15.1~15.6	一次枝梗分化期（二期苞毛现）	3~4	3~2.6	22~29
9.0~9.6	9.9~10.4	11.0~11.5	12.2~12.7	12.8~13.4	13.8~14.4	14.7~15.3	15.8~16.3	二次枝梗分化期（三期毛丛丛）	5~6	2.5~2.1	19~25
9.7~10.0	10.5~10.9	11.6~12.0	12.8~13.1	13.6~13.9	14.6~14.9	15.5~15.9	16.5~16.9	雌雄蕊分期（四期谷粒现）	2~3	1.5~0.9	14~19
10.2~10.5	11.0~11.4	12.1~12.5	13.2~13.6	14.0~14.3	15.0~15.3	16.0~16.3	17.0~17.3	母细胞形成期（五期颖壳分）	2~3	0.7~0.5	12~16
10.6~11	11.5~12	12.6~13.0	13.6~14	14.4~15	15.4~16	16.4~17	17.4~18	减数分裂期（六期叶枕平）	3~4		7~9
								花粉充实期	4~5		7~9
								花粉成熟期	2~3		3~4

*注：生育期短的品种主茎总叶片数少，幼穗分化历期短；反之，则长。

3.1.3 出叶速度法 水稻植株进入幼穗分化时期（即进入生殖生长期），出叶速度比营养生长期明显减慢，利用这一特性可预测花期。在天气条件正常的情况下，幼穗分化期每出一片叶的天数比营养生长期要多2～3天。生育期长的迟熟亲本（如明恢63等）在营养生长期的出叶速度为4～6天/叶，进入幼穗分化期出叶速度为7～9天/叶。早、中熟类型的亲本在营养生长期为3～5天/叶，进入幼穗分化期后为5～7天/叶。因此，稻株从营养生长转入生殖生长时，其出叶速度出现明显的转折点，其转折点就是幼穗分化的始期。

3.1.4 播始历期推算法 根据亲本播始历期的变化规律推算父母本的始穗期，此法是以一个亲本在年际间，在同地、同季、相同的培管条件下的播始历期相对稳定为依据。同一组合，在同一基地、同一季节、相同栽培技术条件下，根据当年的气候特点，依往年先播亲本的播始历期预测当年的播始历期，以此适当调整当年后播亲本的播种期。根据父母本历年的播始历期、幼穗分化历期和当年父母本的播种期，可以初步推测父母本当年开始进入幼穗分化的日期。此后结合进行幼穗剥检，出叶速度与植株拔节长度观察，综合分析父母本幼穗分化始期，从而推测父母本始穗期。

3.1.5 父母本对应叶龄预测法 将同一组合在同基地往年同季节制种的父母本叶龄记载资料，制成父母本叶龄对应表，在当年制种每次记载叶龄后进行对比分析，判断父母本生长发育进程，从而预测父母本当年花期相遇程度。例如，Y两优1号在湖南绥宁县武阳基地夏季制种多年，2009年仍在该基地夏制Y两优1号，父母本播种期、播差期安排与父母本花期相遇理想的年份相同，且栽培技术措施也与往年一致，在2009年可将各次观察记载叶龄数据与父母本花期相遇理想年份同期的观察记载叶龄数据对比，若各次数据相同或很接近，表明2009年Y两优1号制种父母本花期相遇将会较理想。

3.2　花期调节技术

花期调节是杂交水稻制种中特有的技术环节。根据父母本生育特性的差异和对水、肥等敏感程度的差异，对花期相遇有偏差的父母本，采取各种相应的栽培管理措施，促进或延缓父母本的生长发育进程，延长或缩短父母本的抽穗开花始期及历期，达到父母本花期相遇目的。

父母本花期相遇偏差表现为两种情况：一是父本比母本早；二是父本比母本迟。至于父母本花期相差的程度，则由父母本理想花期相遇的标准决定。经预测发现父母本花期（以始穗期为标准）相差 3 天以上，应进行花期调节。

花期调节的作用表现为两个方面：一是促进植株生长发育，提早抽穗或缩短开花历期；二是延缓植株生长发育，推迟抽穗或延长开花历期。对生长发育快的亲本采取延缓调节措施，对生长发育慢的亲本采取促进调节措施。花期调节宜早不宜迟，以促为主，促控结合，以调节父本为主，调节母本为辅。

在制种实际操作中，应根据父母本花期不遇的程度、父母本的生长发育特性（分蘖成穗、耐肥性、抗倒伏力等）和田间肥力状况、父母本生长发育状况等，分别对父母本采取上述相应一项或多项调节法进行花期调节。

3.2.1　农艺措施调节法

（1）移栽密度或基本苗调节。亲本在不同的栽培密度或不同移栽基本苗情况下，植株生长发育进度有差异。密植和多本移栽，增加单位面积的基本苗数，始穗期提早，且群体抽穗整齐，花期集中，花期缩短。稀植和单本移栽，单位面积的基本苗数减少，始穗期推迟，且群体抽穗分散，花期延长。生育期长的亲本分蘖能力较强，此调节效果较好，反之则效果较小。使用密度调节法时，要在保证母本高产苗穗结构和父本充足花粉量的前提下进行，如母本过稀栽植常导致穗数不足，且抽穗分散，开花不集

中；父本密植或多本插植导致花期短，父母本花期不能全遇；父本适当稀植高肥，可延迟延长花期。

(2) 移栽秧龄调节。秧龄的长短对始穗期影响较大，其影响程度与亲本的生育期和秧苗素质有关。恢复系 IR26 秧龄 25 天比 40 天的始穗期早 7 天左右，30 天秧龄比 40 天的早 6 天左右，秧龄超过 40 天，抽穗不整齐。珍汕 97A13 天秧龄比 28 天的始穗期早 4 天左右，18 天秧龄比 28 天始穗仅早 1 天，超过 35 天秧龄出现早穗，抽穗不整齐。对秧苗素质中等或较差的秧苗，调节作用大，对秧苗素质好的秧苗其调节效果小。华南稻区晚造秋制亲本的播始历期随秧龄的延长而延长，秧龄在 20～45 天，每延长 1 天秧龄播始历期延长 0.8 天左右。

(3) 中耕调节。中耕并结合施用一定量的氮素肥料可以明显延迟始穗期和延长开花历期。对苗数较少、单位面积未能达到预期苗数，生长势较弱亲本，采用此法效果明显；对生长势旺的亲本仅采取中耕不宜施肥，但中耕可结合割叶同时进行，效果较好，所以使用此法须看苗而定。

(4) 肥水管理调节。对发育较快且生长势不旺的亲本，每亩可施 5～10 千克尿素。对母本偏施尿素时要看苗情而定，施肥后结合中耕，能延缓生长发育，可调节花期 3 天左右。对发育慢的亲本可用磷酸二氢钾对水喷施，连续 2～3 天，每天喷施一次，能调节花期 2～3 天。在幼穗发育后期发现花期不遇，利用某些恢复系对水反应敏感，不育系对水反应较迟钝的特点，通过田间水分控制调节花期。如果父本早母本迟，可以排水晒田，控父促母；母本早父本迟，则可灌深水，促父控母。通过对水的控制，有时可调节花期 3～4 天。

3.2.2 化学调节法

(1) 赤霉素（九二〇）调节。用“九二〇”调节花期：喷施“九二〇”，可使亲本提早抽穗 2～3 天，具体做法是：在抽穗前 2 天或见穗期，每亩用 1～2 克“九二〇”，对水 30 千克，再加

磷酸二氢钾 0.1～0.15 千克，对抽穗迟的亲本进行叶面喷施。值得一提的是，使用“九二〇”调节花期宜迟不宜早，用量宜少不宜多，应在幼穗分化进入第Ⅷ期才能使用，若“九二〇”喷施过早，用量过多，只能使中下部节间种叶片、叶鞘伸长，造成稻穗不能顺利抽出。

用“九二〇”养花：利用不育系柱头外露率高，且生活力强的特点，采用喷施生长调节剂或激素，提高柱头外露率，增强柱头生活力，延长柱头寿命，补救母本花期早而父本花期迟的制种损失。在母本花期早于父本的情况下常采用此法，效果很明显。在母本盛花期每天下午每亩用“九二〇”1～2 克，加水 40～50 千克喷施，连续喷施 3～4 天，并保持田间较深的水层，可使柱头保持 4～5 天以上的生活力，能接受父本花粉结实，相当于推迟了母本 3～4 天的花期。

（2）多效唑调节。在遇到父母本始穗期相差 5 天以上时，可对幼穗发育快的亲本喷施多效唑。若对母本使用多效唑，其原则是宜早不宜迟，应在幼穗分化第Ⅳ期以前使用，在幼穗分化的中、后期使用多效唑，将造成抽穗卡颈严重。在母本幼穗分化Ⅳ期以前每亩用 100～150 克多效唑对水 30 千克喷施，并视禾苗长势长相追施肥料，促使后发分蘖的生长，起到延长群体抽穗开花期的作用。对使用过多效唑的亲本，在喷“九二〇”时每亩应增加“九二〇”用量 2～3 克。对生长发育过早的父本，也可喷施多效唑，每亩可用 80～100 克多效唑加水喷施。

（3）其他化学物质调节。该类化学物质大多数是由植物激素、微量元素及其他能量物质组成，主要有“调花宝”、“花信灵”、“调花灵”等。在幼穗分化Ⅲ～Ⅶ期喷施，其用量应根据产品使用说明确定。目前已应用的产品，能提早亲本 2～3 天始穗，且促进抽穗花期集中，花时提早，提高父本花粉和母本柱头生活力。利用这类化学物质调节花期，使用也应是宜迟不能早，使用过早也将造成抽穗不畅。

3.2.3 父母本花期严重不遇的补救措施

(1) 拔苞拔穗调节法。花期预测时若发现父母本始穗期相差7～10天或以上情况，可以在生长发育快的亲本的幼穗分化Ⅶ期和见穗期，采取拔苞拔穗的方法调节花期。被拔去的稻苞（穗）一般是比迟亲本的始穗期早5天以上的稻苞（穗），主要是主茎穗与第一次分蘖穗。若采用拔苞拔穗措施，必须在幼穗分化前期重施肥料，培育出较多的迟发分蘖。如果父母本花期相差10天左右，需要对早穗亲本进行拔苞、拔穗时，应对拔苞、拔穗后的亲本偏施氮肥，促使迟发的分蘖或无效分蘖成穗。拔苞（穗）应做到及时，以便使稻株的营养供应尽早地转移到迟发分蘖穗上，从而保证更多的迟发分蘖成穗。如第一次拔苞拔穗后，仍不能达到父母本花期相遇目的，则进行两次拔苞、拔穗。若父母本花期相差小、父母本苗数不够旺盛，拔苞一次，拔苞拔穗后可达到花期相遇的目的。

(2) 机械损伤调节法。对发育快的亲本可采用割叶、伤根等措施，使发育快的亲本因受到较重的伤害而延缓生长发育，从而推迟抽穗开花期。采用此法一般可调节花期5天左右，但因对植株伤害，可能导致植株抽穗开花不正常。因此这种方法只限于父母本花期相遇较大（7天以上）时采用，并要结合施肥才能使植株恢复生长，达到调节效果。

(3) 借父授粉法。当发现父母本花期严重不遇时可用此法补救制种损失。在同一制种基地或相邻制种基地，如发现有花期与母本相遇的父本（如隔离区的父本），则可将父本带泥移植到花期不遇的母本行间，一般每60厘米左右移植1穴父本，同样对植株喷施“九二〇”，并尽量减轻植伤。若移植时植株受伤较小，当天移植的父本当天即可授粉。

(4) 刈割再生法。父母本始穗期相差在10天以上，可认为是父母本花期完全不遇。对生长发育早的亲本在幼穗分化前将植株刈割，留桩高度应根据父母本花期相差程度和父母本再

生习性而定。刈割后及时追施适量肥料，培养更多再生苗，并及时对再生苗进行花期预测，使再生苗的花期与生长发育迟的亲本相遇。刈割再生法是父母本花期完全不遇时唯一的挽救措施。新组合小面积制种，为获得必需的种子，也只能采取这种方法。

第4章 父母本群体培养技术

杂交水稻制种产量是母本群体结实种子的产量，而母本群体必须靠父本群体提供充足的花粉才能提高结实率。因此，杂交水稻制种在确立父母本群体构成的关系上，首先要确立母本群体的主导地位，同时也要保证一定的父本数量。在对父母本种植的比例上，往往尽可能减少父本群体的占地比率，扩大母本群体占地比率。只有建立协调的父母本群体结构才能获得制种高产，父母本群体结构协调的目标，应落实到父母本群体的颖花比例，在母本较大的前提下，保证有充足的父本花粉量满足母本授粉结实，提高母本异交结实率而获得较高制种产量。

1 田间种植方式的设计

1.1 父母本行比确定

杂交水稻制种父母本按照一定的比例成行相间种植，父本种植行数与母本种植行数之比，即为行比，母本种植行数越多，行比越大。行比的大小是单位面积父母本群体构成的基础，不同的行比，其种植方式不同。确定父母本的行比主要考虑3个方面的因素：一是父本的特性，父本生育期长，父母本播种差期大，分蘖力强且成穗率高，花粉量大且开花授粉期较长，父母本行比大，反之则行比小。二是父本的种植方式，父本采用大双行（两行父本间距较大）种植，父母本行比大，如2∶16～20；父本若采用小

双行（两行父本间距较小）、假双行（即一行父本，采用“之”字形移栽）种植，父母本行比较小如 2∶12～14；父本采用单行种植，行比则小，父母本行比选择范围为 1∶8～12。三是母本的异交能力，母本开花习性较好，柱头外露率高，且柱头生活力强，对父本花粉亲和力高，可采用父母本大行比，反之则行比小。

杂交水稻母本直播制种技术发展较快，若母本采用行直播方式，父母本行比则与母本育秧移栽方式的行比同样设计安排；若母本采用撒直播方式，父母本行比则按父母本所占面积（厢宽）进行设计。

1.2　行向确定

制种父母本的种植行向（若母本采用直播方式，即为厢向）的确定应考虑两条原则：其一，种植的行向要有利于行间的光照条件，植株易接收光照，使生长发育良好；其二，开花授粉季节的风向有利于父本花粉的传播。虽然杂交水稻制种主要靠人工辅助授粉，但自然风对父本花粉传播有一定影响，确定正确制种行向，可利用自然风力提高花粉利用率。因此，父母本最佳种植行向应与光照方向平行，与制种基地开花授粉期的季风风向垂直。但是不同地区、不同地形地势、不同季节，其风向不同。在湖南等中部地区，夏季多为南风，秋季多为北风，制种行向以东西向为宜，既有利于光照条件，也有利于借助风力授粉。某些山区制种，则应考虑行向与山谷风的方向。在沿海地区制种则要考虑行向与海风方向。在安排行向时，光照条件与风向条件应协调考虑，使行向与光照方向和风向保持一定的角度。

1.3　父本种植方式

常用的父本种植方式有 4 种：单行、假双行、小双行、大双行（图 4-1）。顾名思义，单行父本是每厢中只种 1 行父本，行比为 1∶n（n 为母本行数），父母本行间距 25～30 厘米，父本占地宽度为 50～60 厘米，父本株距 20 厘米左右，母本 14 厘米×

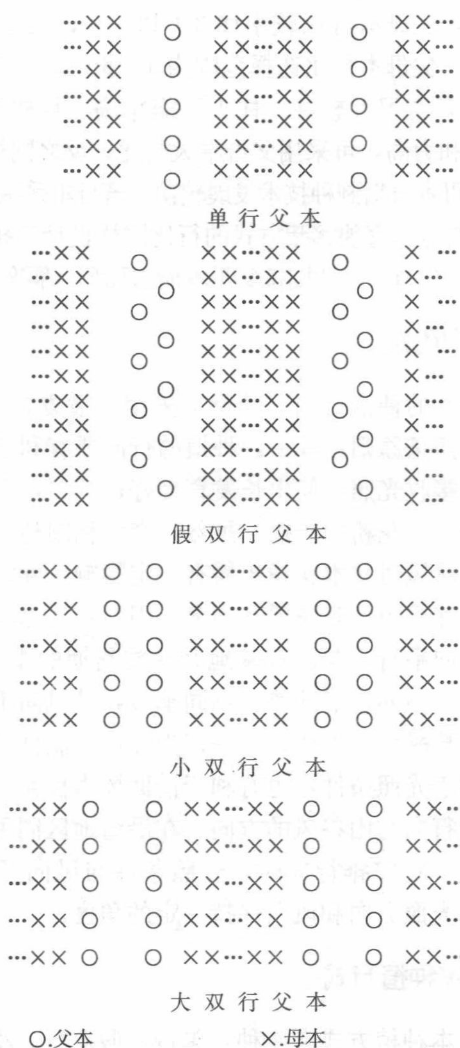


图 4-1　父本的 4 种种植方式

表 4-1 杂交水稻制种父母本基本群体构成

父本种植方式	行比	栽插密度（厘米）		母本厢宽（厘米）	亩栽穴数（万）		适宜制种组合类型
		父本	母本		父本	母本	
单行	1∶8	13.3×（23.3-23.3）	13.3×13.3	126	0.358	2.86	早熟、亲本生育期短、播差倒挂的组合
	1∶10	16.7×（23.3-23.3）	13.3×14	150	0.24	3.0	早中熟组合
	1∶12	20×（26.7-26.7）	13.3×14	180	0.166 6	3.0	中晚熟组合
	1∶14	20×（26.7-26.7）	13.3×14	184	0.147	3.088	中晚熟组合、父本花粉量足、母本异交性能好
小双行	2∶10	14×（23-14-24）	13.3×14	162	0.555	2.777 8	早熟、亲本生育期短、播差倒挂的组合
	2∶12	16.7×（23-14-24）	13.3×14	186	0.387	2.32～2.903	中晚熟组合
	2∶14	20×（26-17-27）	13.3×14	216	0.274	2.3～2.877	中晚熟组合、父本花粉量足
	2∶16	20×（26-17-27）	13.3×14	243	0.247	2.37～2.963	中晚熟组合、父本花粉量足、母本异交性能好
大双行	2∶12	14×（14-27-14）	13.3×14	180	0.5	3.0	早熟、亲本生育期短、播差倒挂的组合
	2∶14	17×（15-33-15）	13.3×14	216	0.333	2.33～2.917	中晚熟组合
	2∶16	20×（15-33-15）	13.3×14	240	0.25	2.4～3.0	中晚熟组合、父本花粉量足
	2∶18	20×（20-33-20）	13.3×14	270	0.22	2.4～3.0	中晚熟组合、父本花粉量足、母本异交性能好

注：父本单行移栽方式，括号内的两个数字分别表示父本与两边母本的间距；父本小双行、大双行移栽方式，括号内中间数字表示两行父本的行距，第一、三个数字表示两行父本分别与母本的间距。

16 厘米。假双行、小双行、大双行都是父本种植两行，行比为 2∶n，而父本种植密度与位置有所差别。假双行的两行父本之间距离较窄，一般为 10 厘米 ，两行父本各穴交叉种植，父母本行间距一般为 24～28 厘米，父本占地宽 54～60 厘米。小双行的两行父本之间距一般为 17～20 厘米，父母本行间距为 23～27 厘米，占地宽与假双行相同。大双行两行父本之间距较宽，一般为 33～40 厘米，父母本行间距为 17～20 厘米，父本占地宽为 66～76 厘米。不论何种种植方式，父本的株距一般为 14～20 厘米。

父本的 4 种种植方式，各地因栽培习惯不同或根据父本特性，在制种实践中均在采用。因而说明这 4 种种植方式并不是决定制种产量的主要因素。但是，父本种植方式不同，授粉方法不同，单行与假双行适宜采用绳索拉粉和单竿赶（推）粉的单向授粉方法，大双行父本适宜采用双竿推粉的双向授粉方法，而小双行父本对两种授粉方法均可采用。

2 父母本群体结构目标

2.1 父本群体结构与制种产量的构成

单位面积父本的种植穴数随父母本行比及父本种植规格变化，在目前制种实际中父本每亩穴数为 1 800～3 000 穴。每亩 3 万～5 万基本苗，每亩最高苗数 12 万～15 万苗，每亩有效穗 6 万～8 万，每穗颖花 100～150 朵，每亩总颖花数 800 万～1 000 万朵。父本要求植株生长旺盛健壮，群体抽穗开花历期 10 天以上。父本每亩总颖花 800 万～1 000 万朵，若结实率 70%以上，千粒重 25 克，亩产可达 150～170 千克。

2.2 母本群体结构与制种产量的构成

母本每亩 2.5 万～3.0 万穴，每亩 15 万左右基本苗，每亩

最高苗数 30 万左右，每亩有效穗 20 万～25 万，每穗颖花 90～110 朵，每亩总颖花数 2 000 万～2 500 万朵。父母本群体颖花比约 1∶2.5。母本要求植株生长稳健，穗多穗齐，群体抽穗开花历期 10 天左右。母本每亩有效穗 20 万～25 万，平均每穗颖花 100 朵左右。在每亩总颖花 2 000 万～2 500 万朵的基础上，若异交结实率 40%以上，千粒重 23～28 克，亩产可达 200～250 千克。

3　父母本群体结构定向培养技术

3.1　父本育秧技术

因杂交组合父母本生育期的差异，在制种时父母本的整个生长发育分为两个阶段。第一阶段为父母本单独生长发育阶段，第二阶段为父母本共同生长发育阶段。在制种实践中根据父本或母本单独生长发育阶段的长短，即父母本播种差期的大小，父本育秧方式可分为水田育秧法和旱地加水田两段育秧法。

3.1.1　水田育秧法　父本生育期较短、父母本播种差期较小的组合制种，如父母本播种叶龄差在 5 叶以内，或时间差在 20 天以上的组合制种，父本单独生长时期较短，可采用水田育秧法。制种大田父本每亩用种量 0.5～1.0 千克（父母本播种差期 10 天内，或父母本播种差期“倒挂”早稻组合制种，父本每亩用种量应不少于 1.0 千克），浸种催芽后均匀撒播于水秧田。秧田播种量依父本移栽叶龄而定，移栽叶龄较大（5 叶以上），秧田播种量小（每亩秧田 8 千克以内）；移栽叶龄较小（4.5 叶以内），每亩秧田播种量 10～12 千克。水田育秧法的水、肥管理及病虫防治技术同于一般水稻生产的育秧。

3.1.2　旱地加水田两段育秧法　父本生育期较长、父母本播种差期较大的组合制种，如父母本播种叶龄差在 5 叶以上，或

时间差在20天以上的组合制种，父本单独生长时期较长，可采用此法育秧。第一阶段为旱地育小苗。苗床宜选在背风向阳的旱作地或干稻田，按1.5米厢宽平整育苗床基，压实厢面，先铺上一层细土灰或沙，再铺一层3厘米左右的泥浆或经消毒的细肥土。种子浸种催芽后，按每亩60千克播种量均匀密播于育苗床，播后用细土盖种，并搭架盖膜保温，及时洒水保湿。在晴天高温时，白天揭膜通风，夜间盖膜。小苗2.5叶龄左右开始寄栽至水田，按照制种面积需要的父本数量和寄栽密度备足寄栽田面积。寄栽田应选择较肥沃的水田，并施足底肥。寄栽密度可为10厘米×10厘米或10厘米×13～14厘米，每穴寄栽2或3苗。寄栽秧苗应控制在7～8叶（根据父本主茎总叶片数而定，总叶片数的50%左右）时带泥移栽至制种田，减少植伤，缩短返青期。寄栽后实行浅水或湿润管理，及早追肥，促进分蘖，在施足底肥的基础上寄插后7天左右每亩追施尿素7～8千克，钾肥5千克左右。

3.2 母本育秧技术

父母本播差期较小的组合制种，母本多为水田育秧法，父母本播差期较大的组合制种，母本除采用水田湿润育秧法外，还可采用软盘育秧方式。

3.2.1 水田湿润育秧法 培育母本多蘖壮秧是制种高产群体构建的基础。壮秧的标准是：秧苗3叶1心开始分蘖，五叶期带分蘖2个，秧苗矮壮，茎基扁平，叶色青秀，根白根壮。水田湿润育秧有如下技术环节与措施：

（1）备好秧田。在制种田按每亩制种田有0.2亩左右母本秧田，每亩秧田播种量在10～12千克备足母本秧田。施足秧田底肥。中等肥力水平水田，按每亩秧田用制种专用复合肥30～40千克，或按每亩尿素10千克，氯化钾5～7千克，过磷酸钙30～40千克标准，或按人畜粪肥1 500～2 000千克，腐熟枯饼40～

50 千克，草木灰 15～20 千克标准施作底肥。肥料均应施入耕作层，使泥肥均匀融合。平整秧田，开沟分厢。母本秧田的厢宽应与制种栽插父母本厢宽保持一致，以利于先移栽父本。

（2）催芽播种。浸种时用强氯精浸种消毒，采用“少浸多露、保温保湿保气”同步浸种催芽方法或制种基地统一采用温室浸种催芽，保证统一母本浸种催芽时间与种芽标准，按父母本播差期安排的时间及时播种。播种前种子的芽谷用拌种化学剂、烯效唑等拌种。播种时将芽谷分厢过秤，均匀播种。播后用泥浆或细土盖种，春季播种育秧应搭架覆盖薄膜保温，提高出苗率与成秧率。

（3）秧苗期管理。播种后至秧苗 2.5 叶前保持厢面湿润，不见水层，2.5 叶至移栽前采用浅水管理，遇到寒潮时可加深水层或盖膜护秧，寒潮过后升温时缓慢排水与揭膜，防止秧苗生理失水，青枯死苗。及时追施“断乳肥”与促蘖肥。在 2.5 叶期灌浅水时每亩施尿素 5 千克左右，在移栽前 5～7 天每亩施尿素 5 千克左右，对移栽秧龄短小（4.5～5.0 叶）的秧苗，在 4 叶时每亩可施尿素 7～8 千克。秧苗期应及时防治稻蓟马、稻秆潜叶蝇、稻叶瘟等病虫害。

3.2.2　软盘育秧法　父母本生育期较短，移栽叶龄较小的杂交组合制种，母本可采用此方法育秧。育秧的软盘及泥土可按杂交水稻大田生产的软盘育秧方法准备。母本种子的浸种催芽方式可参照水田湿润育秧法。种子破胸后均匀撒播在塑料软盘孔内，尽量保证每孔 2～3 粒正常破胸的种子。采用湿润育秧或旱育秧的芽期至成苗期的管理方法培育母本秧苗。在秧苗 3.0～3.5 叶时抛栽。抛栽时田间应保持浅水或无水状态，抛后保持浅水。

3.3　母本直播与苗期管理技术

将母本种子直接播入制种田的母本厢内，省去育秧移栽环

节。20 世纪 80～90 年代人们曾设想并进行过试验，但未能获得成功。究其原因：其一，直播的母本植株根底浅，喷施“九二〇”后易造成倒伏；其二，在母本厢内无法进行除草除杂的操作，易造成草荒与杂交种子纯度不合格。至今，一方面随着不育系类型的增多，化学除草的成功，栽培技术不断进步；另一方面随着农村劳动力的转移，造成了杂交水稻制种基地劳动力的缺乏，因此近年来杂交水稻母本直播制种技术得到了发展。母本直播制种的技术要点如下：

3.3.1 父母本播种差期的调整 母本直播省去移栽环节，从而没有因植伤导致的返青阶段，因此直播母本的播始历期较育秧移栽母本缩短 2～3 天，父母本的播差期应在水田湿润育秧移栽母本的基础上延长 2～3 天，或扩大父母本叶龄差 0.5 叶左右。父本要求在母本播种前 4～5 天移栽，移栽后灌水使父本及时返青。

3.3.2 制种田的平整与播种 由于母本种子直播于制种田，因此视制种田的整地质量同于秧田。平田时将所用底肥一次性施入制种田。要求全田平整，四周开沟，田中按制种的父母本分厢，厢间有小浅沟（深 10 厘米左右），每两厢间有深沟（深15～20 厘米），能保证灌水时全田水深一致，排水时全田与厢内能及时排干，以利于母本出苗均匀，提高成苗率。父本移栽返青后排水露田，再次平整母本厢面后直播母本种子。母本种子催芽后用化学拌种剂、烯效唑等拌种。播种时将芽谷分厢过秤，均匀播种。播后泥浆踏实，提高出苗率与成秧率。

3.3.3 直播母本的苗期管理 母本播种后至幼苗一叶一心前，厢面只能保持湿润状态，不能使厢面有水层，若遇大雨可短时灌水护种，避免雨水冲洗，影响出苗和出苗不匀。幼苗至 2.5 叶期，应及时匀苗，尽可能使厢面禾苗较均匀分布。在 2.5～3 叶期灌浅水追施尿素与钾肥，并施用秧田除草剂，及时防治病虫害。3 叶以后的田间管理与一般制种田相同。

3.4　制种大田父母本培养技术

3.4.1　父母本基本苗数的确定　杂交水稻制种是母本靠父本授粉的异交结实过程，母本异交结实率的高低依赖于父本和母本抽穗开花的协调与配合。由于父母本抽穗、开花的特性存在差异，因此对父母本的定向培养目标不同，要求父本既有较长的抽穗开花历期，又能保证在单位时间与空间内有充足的花粉量，对母本既要求在单位面积内有较多的穗数与颖花数，又要求群体抽穗开花历期相对较短，保证父母本全花期基本相遇，且盛花期集中相逢。因此，对父母本的培养技术措施不同。许世觉 20 世纪 80 年代末期在研究对父母本定向培养时提出了“父本靠发、母本靠插”技术措施，对提高杂交水稻制种产量起到了很好效果。随着杂交水稻亲本的增多，在制种时对亲本的培养技术更具有多样化。大穗型亲本往往分蘖能力不强，单株有效穗较少，穗形较紧凑，着粒密度大，单穗花期较长，因此对大穗型亲本则应增加每穴株数。生育期较长、分蘖力较强、成穗率较高的父本每穴移栽 2～3 株；无论生育期长短，分蘖能力较差的父本，每穴可增至 4 株或以上；某些早熟组合，父母本播差期“倒挂”制种时，不仅要增加父本每穴移栽株数，还应缩小父本移栽的株距（14～17 厘米）。母本要求均匀密植，如移栽株（穴）行距为 14 厘米×17 厘米等，每穴 2～3 株，每穴基本苗 6～9 苗，一般要求母本亩插足 10 万株左右基本苗。

3.4.2　对母本定向培养技术　在保证母本基本苗的前提下，母本成为穗形大小适宜、穗多、穗齐、冠层叶片短、后期不早衰的群体，是母本的培育目标。多年来的高产制种实践表明，在保证母本单位面积穗数与穗粒数达到定向培养目标时，稳健的母本群体结构，由于具有良好的异交性能，往往易获得较高的制种产量。相反，母本群体长势、长相过于繁茂，尤其是后期长势太繁茂的群体，由于田间通风透光性差，造成异交态势不良，导致异

交结实率低，往往制种产量较低。所以重视前期的早生快发，稳住中期正常生长，防止后期生长过旺是杂交水稻制种对母本培养的原则。

在定向培养的肥料施用上，要求“重底、轻追、后补、适氮、高磷钾”，其核心技术就是重施基肥，少施甚至不施追肥，即所谓一次性施肥法。如早熟杂交组合（在长江流域作早稻的组合）制种，由于亲本生育期短，分蘖时间短，在保肥保水性能好的制种田，可以将80%～100%的氮、钾肥和100%的磷肥，在移栽前一次性施作底肥，或留20%左右的氮、钾肥在移栽后一个星期内追施。若制种田保水保肥性能较差，且母本生育期较长，则应以60%～70%的氮、钾肥和100%的磷肥作底肥，留30%～40%的氮、钾肥在移栽返青后追施。在幼穗分化Ⅴ～Ⅵ期，应看苗看田适量补施氮、钾肥或含有多种养分的叶面肥。

在水分的管理上，要求前期（移栽后至分蘖盛期）浅水湿润促分蘖，中期晒田促进根系纵深生长，并控制苗数和叶片长度，后期深水孕穗养花。其中关键在中期的重晒田，在前期促早生快发，群体苗数接近目标时，要及时重晒田。具体而言，晒田要达到4个目的：一是缩短冠层叶的叶片长度，尤其缩短剑叶长度，一般以20～25厘米为宜；二是促进根群扩大与根系深扎，利于对所施肥料的吸收与利用；三是壮秆防倒伏，杂交水稻制种喷施“九二〇”后，由于植株升高，容易倒伏，通过晒田使植株基部节间缩短增粗，从而增强了抗倒力；四是减少无效分蘖，促使群体穗齐，提高田间的通风透光性，减少病虫为害。晒田的适宜时期以母本群体目标苗数为依据，一般是在幼穗分化前开始，至幼穗Ⅲ～Ⅳ期结束，7～10天。晒田标准为：田边开拆，田中泥硬不陷脚，白根跑面，叶片挺直。当然，晒田的程度与时间可依据母本生长发育状况与灌溉条件而定，深泥田、冷浸田要重晒，分蘖迟发田、苗数不足的田应推迟晒，水源困难的田块应轻晒，甚

至不晒，不能造成晒后干旱，影响母本生长发育，导致父母本花期不遇而减产。

3.4.3　对父本定向培养技术　父本成为穗多、穗形大小适中、冠层叶片较短、抽穗开花历期较母本稍长，且单位时间与空间花粉密度大的群体结构，是父本定向培养的目标。必须针对父本的生育期和株、叶、穗、粒特征特性采取相应的定向培养技术。在保证父母本施用相同的底肥种类与数量的基础上，对父本的偏施肥料是定向培养强势父本群体的重要技术措施。在母本移栽后的 3～5 天内单独对父本要偏施一次肥料，肥料的用量应依父本的生育期长短与分蘖成穗数量目标而定，生育期较长、每穴移栽株数较少，要求单株分蘖成穗数较多的父本，追肥量较大，反之追肥量适当减少。每亩可施尿素 3.0～4.0 千克，钾肥 3.0 千克。为保证施肥效果，可采取两种办法：一是撒施，施肥时母本正处于移栽返青后的浅水或露田状态，将肥料撒施在父本行间，并进行中耕，生育期较短的父本宜采用此法。二是球肥深施，将尿素和钾肥与细土混合拌匀，做成球肥深施入两穴父本之间或四穴父本中间。另外也可以施用杂交水稻制种专用复合球肥。这种制种专用球肥不仅肥效好，且使用方便。

由于不同的不育系和恢复系在生育期特性、分蘖成穗特性等方面的差异，因而对制种高产群体的培养应根据不育系、恢复系的特性调整具体的技术措施，如生育期较短的父本，其有效分蘖期、营养生长期短，移栽叶龄不能过大，并应尽量带泥移栽，甚至可以采用起垄移栽，使返青期不明显，及早追施速效肥料，促进低位分蘖成穗。又如生育期较长，移栽叶龄较大，或用两段育秧方法培养秧苗，也应尽量带泥移栽，移栽后深水护苗，缩短返青期，且增加追施速效肥料用量，并适当推迟晒田的时间。另外，对水分、肥料种类（如氮肥）反应较敏感的父本，应严格掌握追肥种类与数量，以免影响生育期的变化，导致父母本的花期不遇。

第5章

父母本异交态势的改良与授粉技术

水稻是典型的自花授粉作物，育性正常的水稻其花器构造及开花习性均适宜于自交。杂交水稻制种是由完全的雄性不育系与育性正常的恢复系以完全异花授粉方式结实种子。水稻雄性不育系由于遗传与生理生化反应的不协调，不仅丧失了自花授粉结实能力，而且特征特性也表现不良，抽穗时节间不能正常伸长，使得抽穗包颈严重，开花时内外颖不能正常打开，使得开花时间推迟且群体开花分散。目前生产应用的籼型雄性不育系抽穗包颈穗率几乎100%，包颈粒率达30%～50%，甚至更高；每天开花时间较育性正常的水稻推迟1小时以上，且在一天内开花时间不集中。父母本抽穗开花习性的不协调，严重影响杂交水稻制种时母本的开花授粉结实。除了父母本抽穗开花习性外，父母本的株叶形态，母本的柱头外露特性及柱头生活力，父本的花药开裂散粉习性及花粉生活力等，也是影响母本异交结实的因素。因此，父母本的异交态势包括父母本的株、叶、穗、颖花、柱头、花药的形态姿势以及习性，改良父母本的异交态势是杂交水稻制种很关键的技术环节。

1 "九二〇"喷施技术

"九二〇"，即赤霉素（GA_3），是植物生长发育的调节激素。从20世纪70年代我国杂交水稻育成时开始在繁殖、制种上试用，对改良杂交水稻父母本异交态势有着极为重要的作用，因而

逐步形成了较完善的“九二〇”喷施技术。至今，“九二〇”的施用仍是杂交水稻种子生产中很关键的技术。制种使用的“九二〇”，有粉剂和乳剂两种产品，乳剂可以直接对水稀释喷施，而粉剂不能直接溶于水，使用前须先溶于酒精或50℃以上的白酒中，一般每100毫升酒精能溶解5～6克“九二〇”粉剂。

1.1　“九二〇”喷施时期的确定

在制种时喷施“九二〇”的效果体现在：伸长节间的幼嫩细胞拉长，促进穗颈节伸长，解除不育系抽穗包颈，上层叶片（主要是剑叶）与茎秆的夹角增大，从而使穗层高于叶层，穗、粒外露，形成“叶上禾”，达到改良母本异交态势的目的。其次，“九二〇”还能提高母本柱头外露率，增强柱头生活力，延长柱头寿命。要达到喷施“九二〇”的目标，首先必须确定喷施时期。从“九二〇”的作用机理分析，只有当细胞处于幼嫩时期，才能促使细胞拉长，当细胞处于成形老化阶段，“九二〇”已不能发挥拉长细胞的作用。

第一次喷施“九二〇”的时期称为始喷期，此时田间母本的抽穗率称为始喷抽穗指标。因此，就单穗的喷施期而言，当穗节间处于伸长始期，即幼穗分化的Ⅷ期末（见穗前1～2天）时正是“九二〇”喷施期。但是，就母本群体而言，由于株间、穗间幼穗发育的差异，群体内所有的稻穗不可能同期发育，株间、穗间的见穗期一般存在4～6天的差异，因而，确定一个群体的最佳喷施期应以群体中大多数稻穗为准，只能以群体见穗指标作为“九二〇”始喷施期。另外，由于不同不育系对“九二〇”反应的敏感性有差异，不育系间喷施“九二〇”的适宜时期还应有差异。具体确定喷施时期应考虑以下因素：

1.1.1　根据不育系对“九二〇”的敏感性确定始喷期　对“九二〇”反应敏感的不育系，始喷时期宜推迟，如T98A、株1S、陆18S、中九A、金23A等对九二〇反应敏感，适宜的始喷

抽穗指标30%左右。对“九二〇”反应敏感性差的不育系，则适当提早喷，如丰源A、Ⅱ-32A、培矮64S、P88S等对“九二〇”反应敏感性较差，适宜的始喷抽穗指标5%左右。Y58S、C815S、准S等对“九二〇”反应敏感性中等，适宜的始喷抽穗指标15%～20%。

1.1.2 根据父母本花期相遇程度确定始喷期 父母本花期相遇好，“九二〇”均在父母本最适宜喷施期喷施。父母本花期相遇不好，对抽穗迟且对“九二〇”反应较迟钝的亲本，始喷施期可提前2～3天，或降低抽穗指标10%～15%作为始喷时期；对“九二〇”反应较敏感的亲本可提1～2天喷施。值得一提的是：凡是提前喷施“九二〇”，其用量应从严控制，对母本只能每亩2克左右，对父本只能在0.5克以内，否则将导致下部节间伸长过多，上部叶的叶鞘伸长，抽穗困难。相反，对抽穗早且对“九二〇”反应迟钝的亲本，只能将始喷时的抽穗指标提高10%左右，否则植株伸长节间细胞老化，造成抽穗包颈；对抽穗早、且对“九二〇”反应敏感的亲本，可将始喷时期的抽穗指标提高至50%以上，甚至更高。凡是推迟始喷“九二〇”，喷施次数可减少，可只分2次甚至1次性喷完其总用量。

1.1.3 根据母本群体生长发育整齐度确定始喷期 母本群体生长发育整齐度高的田块，“九二〇”的始喷时期可以较一般整齐度田块提前半天或1天，其喷施次数和总用量均可适当减少。母本群体生长发育不整齐的田块，如前期分蘖生长慢，中后迟发分蘖成穗田，或因移栽时秧龄期过长，移栽后出现早穗的田块，则应推迟喷施“九二〇”，而且应将“九二〇”总用量分多次喷施。

1.2 “九二〇”用量的确定

1.2.1 根据不育系对“九二〇”的敏感性确定基本用量 不育系之间对“九二〇”反应的敏感性存在较大的差异，对“九

二〇”反应敏感的不育系，如 T98A、株 1S、安农 810S 等，“九二〇”用量只需 8～10 克/亩，超过用量植株过高，易发生倒伏；对“九二〇”反应敏感性一般的不育系，如 Y58S、准 S、C815S 等，“九二〇”用量在 25～40 克/亩；对“九二〇”反应敏感性迟钝的不育系，如培矮 64S、P88S、Ⅱ-32A、丰源 A 等，“九二〇”用量需 30～50 克/亩。

1.2.2 根据其他因素确定变化用量　在正常情况下，确定对不育系喷施“九二〇”的基本用量。然而，在杂交水稻制种实际中常有其他因素影响“九二〇”用量的增加或减少。其一，父母本的花期相遇的理想与否引起“九二〇”始喷时期的变动。对不育系提早喷施“九二〇”时，由于植株幼嫩，各节间伸长值增加，虽然不一定能完全解除抽穗包颈问题，但植株提高较多，喷施剂量应适当减少，以免植株过高引起倒伏。相反，推迟喷施“九二〇”时，部分植株的茎节间已趋向老化，应适当增加喷施用量，才能解除抽穗包颈。其二，根据母本群体长势长相，增加或减少“九二〇”用量。单位面积苗穗数量过大，上部叶片较长时应增加“九二〇”用量；相反，若不育系群体结构合理，植株叶片长度适宜，色泽较浓绿时，可适当减少“九二〇”用量。其三，根据喷施时期的天气状况增加或减少“九二〇”用量。喷施“九二〇”时遇连续阴雨低温天气，不仅被雨水冲洗流失，而且在低温条件下植株叶片的气孔、水孔开放不好，对吸收“九二〇”不利，因此应抢停雨间歇或下小雨时喷施，并增加用量 50%～100%。在喷施“九二〇”时遇上高温干热风天气，“九二〇”溶液易被蒸发，也需增加“九二〇”用量。其四，“九二〇”用量可因母本种植方式增加或减少。若母本采用直播或抛秧方式，一方面群体较育秧移栽方式生长发育整齐，另一方面由于直播或抛秧方式的植株根群深度较育秧移栽方式浅，喷施“九二〇”后有可能导致倒伏，因此可适当减少“九二〇”的用量。

1.3 "九二〇"喷施次数与时间的确定

杂交水稻制种喷施"九二〇"的次数一般分2～3次。在确定对制种田喷施的次数时，应考虑以下两个方面的情况：一是群体生长发育整齐度，群体整齐度高的制种田喷施次数少，喷施2次，甚至一次性喷施；整齐度低的田块喷施次数多，需喷施3～4次。二是喷施时期，若对某些制种田提早喷施时应增加次数；相反，若推迟喷施时则减少次数，在抽穗指标较大（超过50%）喷施时，应将"九二〇"总用量一次性喷施。为了使母本群体中生长发育进度有差异的穗层，在喷施"九二〇"后能较好地解除抽穗包颈问题，因此在分次喷施"九二〇"时，根据母本群体中生长发育进度差异程度判断群体的抽穗动态，每次喷施"九二〇"的剂量不同，一般原则是"前轻、中重、后少"。若分2次喷施，2次的用量比为2∶8或3∶7；分3次喷施时，3次的用量比为2∶6∶2或2∶5∶3；分4次喷施时，4次的用量比为1∶4∶3∶2或1∶3∶4∶2。

分次喷施"九二〇"时，各次之间的间隔时间长短各异，在正常情况下以24小时为间隔，但是当群体中不同穗层的生长发育进度差异较小时，可以以12小时为间隔，即可以在一天内上午、下午连续喷施。在上午7：30～9：30或露水快干时和下午16～18时以后喷施，中午高温，太阳光照强烈时不宜喷施。

1.4 "九二〇"喷施时加水量的确定

"九二〇"喷施时加水量没有严格的要求，不论每次喷施"九二〇"用量的多少，单位面积上的加水量只在一定范围内变动。单位面积喷施水量的确定，只要保证单位面积内"九二〇"溶液能均匀地喷施在植株叶片上，喷施水量则宜少不宜多。"九二〇"溶液靠植株叶片的气孔与水孔吸收，单位面积喷施水量多，溶液则沿植株流入田间水内，造成"九二〇"的浪费，不仅

喷施劳动用工长，而且黏附在叶片上的“九二〇”溶液浓度小，植株吸收“九二〇”的有效成分少，影响“九二〇”的效果。

然而，单位面积加水量也要因喷施“九二〇”时期的植株体表面水分多少、天气状况和喷施所用器具而变动。在停雨后或在上午露水未干时喷施，因植株体表面水分多，喷施“九二〇”的加水量宜少，防止流失；在晴天下午或高温干燥天气条件下喷施，加水量应适当加大。我国喷施“九二〇”溶液的器具多为背包式压缩喷雾器，少数使用手持式轻型电动喷雾器。使用背包式压缩喷雾器喷施，喷头用小孔径喷片，加水量为15～20千克/亩；使用手持式轻型电动喷雾器喷施，喷出的雾滴更细，能提高“九二〇”的使用率，加水量只需1.5～2.0千克/亩。能否使“九二〇”溶液喷施均匀，主要取决于操作人员的技能，要求行走匀速，喷头高度合适，在有风时喷，应适当压低喷头喷施。

1.5　父本喷施“九二〇”

由于父本对“九二〇”的敏感性与母本存在较大差异，不同的父本对“九二〇”的敏感性也存在差异，在杂交水稻制种时，为了使父本对母本具有良好的授粉态势，在对父母本喷施“九二〇”后，要求父本的穗层比母本高10～15厘米，使花粉能在一定距离内飞扬与均匀地传播，提高花粉的利用率。因而有必要单独增加父本的“九二〇”喷施剂量。“九二〇”的增加量则依父本对“九二〇”的敏感性决定，每亩应增加量在2～8克变动。

1.6　“九二〇”养花

在杂交水稻制种中喷施“九二〇”（赤霉素），不仅解除了不育系抽穗包颈，使穗层露出了叶层，改善了接受父本花粉的态势，在授粉期喷施“九二〇”还能显著提高柱头生活力，延长柱头寿命。目前用于制种的不育系，其柱头外露率均在50%以上，甚至高达90%。经测定发现，不育系的柱头以在外露当天接受

父本花粉结实能力最强，结实率可达70%以上，第二、三天若能接受到父本的花粉，结实率仍然较高，可达40%～50%，第四天起柱头生活力下降的速度加快，但少数柱头生活力可维持到第七天。

在杂交水稻制种时，在以下3种情况均可采用"九二〇"养花技术：其一，母本的始花期较父本早（3～5天），在母本盛花期连续3～5天的下午16～18时，每天每亩用1～2克"九二〇"，加水20千克，对母本群体均匀喷洒，能明显起到养花，延长外露柱头的寿命，保持柱头生活力的效果。其二，父母本花期相遇良好，但花时相遇不好，父本每天花时早，而母本花时迟且分散（午前开花率低），在母本盛花期采用同样的养花技术，母本外露柱头接受次日及以后的父本花粉结实，提高母本外露柱头异交结实率。其三，即使父母本花期相遇良好，若授粉期遇上高温、田间相对湿度较小的天气，在母本盛花期连续3～5天采用"九二〇"养花措施（每亩加水量可增加30千克以上）。

2 割叶技术

在20世纪70年代至80年代初期，在杂交水稻制种母本见穗期前割叶是改良母本异交态势的唯一手段，不但用工多、劳动强度大，而且制种产量低。随着对父母本定向培育技术与"九二〇"喷施技术的进步及推广应用，割叶技术已不再大面积使用。然而，有些不育系的上部叶片，尤其是剑叶叶片过长（大于25厘米），或者制种田肥力水平过高导致禾苗生长过于旺盛，上部叶片过长，为改良母本授粉态势，仍需采用割叶技术。

2.1 割叶的时期

割叶的时期可在喷施"九二〇"前，或在喷施完"九二〇"后的第二天。据湖南省杂交水稻制种技术研究协作组20世纪

80～90 年代对 V20A、珍汕 97A、培矮 64S 割叶的试验表明，以喷完“九二〇”后次日割叶效果较在其他时期割叶好。究其原因，在喷施“九二〇”前割去上部叶片，即割去了吸收“九二〇”溶液的主要叶片，使得“九二〇”溶液被植株吸收率降低；在喷施完“九二〇”后次日割叶，使“九二〇”溶液在喷施当天内被叶片吸收到植株体内，在体内发挥了“九二〇”的作用。

2.2　割叶程度及割叶后管理

割叶的目的是为了喷施“九二〇”后穗层能伸出叶层。因此割叶的程度应根据植株上部叶片长度而定，以保留剑叶长度在 10 厘米左右为宜。在割叶前如田间已发生稻瘟病、白叶枯等病害，应在割叶前先用药剂控制病害后再割叶。割叶对植株造成了伤害，割去的叶片应及时运出田外，以便使田间保持良好的通风透光状态，并及时防止病害的发生与蔓延。另一方面，割叶减少了植株叶片的光合面积，如果母本异交结实率达到 60%以上的田块，将对种子的物质积累、灌浆成熟产生一定的负面影响，因此在结束授粉时可喷施速效肥料，田间保持湿润状态，使种子成熟落色正常，增加粒重。由此可见，对母本的割叶措施只在杂交水稻制种中母本群体生长过于茂盛时采用。

3　人工辅助授粉技术

3.1　人工辅助授粉的必要性

水稻的花器特征与开花授粉特性只适应自花授粉方式，而不适应异花授粉方式。杂交水稻制种完全依赖父母本异花授粉方式获得产量，母本异交结实率的高低，取决于父本花粉散落到母本柱头上的有无和多少。父本花粉能否散落到母本柱头上，则取决于两个基本条件：其一，在单位时间、空间内父本花粉密度的大

小，花粉密度大，散落到母本柱头上的几率大。其二，在制种的父本开花期，单位面积内父本花粉总量已是定量，虽然父本群体每天开花散粉时段较母本短，但在该时段如果自然风力较大，势必造成父本在开花时段随开随散，散粉时段不集中，单位时间、空间的花粉密度小。如何使已经定量的花粉集中在某一时段尽可能均匀散落到母本柱头上，则需要在父本开花散粉高峰时段采用人工辅助措施，使父本花粉集中散出，均匀散落到母本群体的柱头上授粉结实。

3.2 人工辅助授粉的时间与次数

水稻不仅花期较短，正常的水稻群体花期 7～10 天，而且每天开花时间也较短，只有 1.5～2 小时的开花时间，在天气晴朗、温湿度适宜的条件下开花时段在午前。杂交水稻制种由育性非正常的母本与育性正常的父本异花授粉，父母本开花习性存在较大差异，因而人工辅助授粉必须把握时期、时间及授粉次数。在辅助授粉时期的安排上应以父母本花期为依据，在父母本花期基本相遇的基础上，从父本群体开始开花之日起，至终花之日止都是辅助授粉期。但是，若父本群体花期早于母本，授粉开始之日应适当推迟。

在一天内辅助授粉的时间安排上，总的原则是“见父不管母”，即只要父本到了散粉高峰时刻，田间花粉密度最大，就应抓紧时机授粉。每天授粉时间的确定，可分 2 个时段来考虑，一是在母本进入盛花期（始花后 4～5 天）前，母本开花数少，主要以父母本花时相遇结实为主，因此每天第一次授粉的时间要以母本花时为准，即“看母不看父”。二是在母本进入盛花期时，母本每天开花数多，柱头外露的颖花也相应增多，因此每天第一次授粉的时间则以父本花时为准，即“看父不看母”。第一次授粉后，当父本第二次开花高峰时进行第二次、第三次授粉，各次授粉之间间隔 20 分钟左右。在父本盛花期内，每天授粉时均能

形成可见的花粉雾，田间花粉密度大，使母本有能获得较多花粉的机会。

3.3　人工辅助授粉的工具与方法

杂交水稻制种有 4 种人工辅助授粉方法，即绳索授粉法、单竿（杆）振动授粉法、单竿（杆）推压授粉法、双竿（杆）推压授粉法。

3.2.1　绳索授粉法　将长绳（绳索直径约 0.5 厘米）按与父本行向平行的方向，两人各持绳一端沿与行向垂直的田埂拉绳奔跑，让绳索在父母本穗层上迅速地滑过，振动穗层，使父本花粉向母本厢中飞散。该法的优点是速度快、效率高，能在父本散粉高峰时及时赶粉。但是该授粉方法存在两个缺点，一是对父本的振动力较小，不能使父本的花粉更充分地散出，且花粉散落距离较近；二是父本花粉以单方向传播为主，即沿绳索方向花粉量大，易造成田间花粉分布不均匀，对花粉的利用率较低。因此，应选用较光滑的绳索，并控制绳索长度（以 20～30 米为宜），加快奔跑速度以提高赶粉效果。此法适合父本单行和假双行、小双行栽插方式的制种田授粉。

3.2.2　单竿（杆）振动授粉法　该授粉法由 1 人选用 3～4 米长的竹竿或木杆，在父本行间，或在父本与母本行间，或在母本厢中行走，将长竿（杆）放置父本穗层的基部，向左右成扇形扫动，振动父本稻穗，使父本花粉向母本厢中散落。该授粉法较用绳索授粉法速度慢、费工多。但是该法对父本的振动力较大，能使父本的花粉从花药中充分散出，传播的距离较远。由于该授粉法仍是使花粉单向传播，传播不均匀。适合父本单行、假双行、小双行栽插方式的制种田授粉。

3.2.3　单竿（杆）推压授粉法　若采用此授粉方法，应在制种的父母本移栽方式上有其特点，按行向垂直方向，以授粉竿（杆）的长度（约 5 米）分厢，设置宽约 30 厘米的赶粉工作道。

赶粉时赶粉者手握长竿中部，在设置的工作道中行走，将竿置于父本植株的中上部，在父本开花时逐父本行用力推振父本，使父本花粉飘散到母本厢。此法优点赶粉效果好，速度较快，不赶动母本；缺点是花粉单向传播，所以各次赶粉应往返来回，使花粉传播均匀。适合单行和假双行、小双行父本栽插方式的制种田采用。

3.2.4 双竿（杆）推压授粉法 赶粉者双手各握一短杆（1.8～2.0米），从双行父本的两行父本中间行走，两短杆分别置两行父本植株的中上部，用力向两边振动父本2～3次。使父本花粉能充分地散出，并向两边的母本厢中传播，此法的动作要点是“轻推、重摇、慢回手”。该法的优点是父本花粉更能充分散出，花粉残留极少，且传播的距离更远，花粉分布均匀；缺点是赶粉速度极慢，费工费时，难以保证在父本开花高峰时全田及时赶粉。此法只适宜在大双行或小双行父本栽插方式的制种田采用。

第6章

杂交水稻种子质量标准与检测技术

作物种子是具有生命的特殊商品，其质量的好坏决定是否具有生命活力，群体的遗传真实性、一致性和稳定性，从应用角度上即是否具有种用价值和充分表现品种的优良特性。种子的商品质量必须通过国家检测程序与方法检测所得结果需符合国家标准。

杂交水稻种子国家质量标准中的纯度、发芽率、水分、净度为强制性标准，但是种子裂颖粒率、穗萌穗芽粒率、黑粉病粒率、种子色泽等外观质量，直接与种子的贮藏品质和播种品质相关，在种子精选加工过程中，控制入库种子的裂颖粒率、穗萌穗芽粒率和黑粉病粒率，即可延长种子的贮藏时间，保证种子播种品质。

1　种子纯度检测

1.1　纯度意义及其标准

种子纯度是指符合本品种综合性状典型性种子（粒、株）数占供检样品总（粒、株）数的百分率。三系杂交水稻群体中的杂株主要有不育系、保持系、恢复系、非父本花粉授粉结实的植株以及其他异品种植株。两系杂交水稻种子群体中的杂株主要有不育系、不育系的同形可育株和半不育株、父本、非父本花粉授粉结实种子的植株以及其他异品种植株。杂交水稻种子批中的杂种

子主要来源于制种所用的父母本中的杂株，以及在制种过程中机械混杂和生物学混杂。在国家标准 GB 4404.1—1996 中，杂交水稻种子纯度≥98％为一级种子，纯度≥96％、＜98％的种子为二级种子，纯度＜96％为不合格种子。在 GB 4404.1—2008 中，杂交水稻种子纯度≥96％为合格种子，低于 96％为不合格种子，没有一级与二级标准的划分。

种子纯度是种子质量标准中最重要的指标，直接影响品种群体的整齐度和产量表现。因种子纯度不合格而造成减产的程度依杂株类型而异，杂株从植株形态特征、生育期、育性等方面造成减产。

1.2 种子纯度鉴定

杂交水稻种子的纯度检验包括两个环节，一是在制种过程中的田间鉴定，二是种子收获后的纯度鉴定。

1.2.1 制种的田间鉴定 在制种抽穗开花期和种子成熟期分别进行田间鉴定，一是鉴定制种隔离是否符合规定的要求。杂交水稻制种用距离隔离，其顺风向距离不少于 150 米，逆风向距离不少于 100 米；以生育期隔离，制种田与非制种田开花期错开天数不少于 20 天。二是鉴定田间父母本群体中的含杂率，田间含杂率应不高于 0.20％。

1.2.2 田间种植鉴定 种子收购时，按制种农户或分批次抽取样品，进行田间种植鉴定，使植株正常生长发育，充分表现特征特性，在齐穗期根据品种的典型性识别杂株，调查群体中所含有杂株种类及数量，计算种子纯度。田间种植鉴定结果可靠性强，但鉴定的周期长，用地多，劳动强度较大。但是，田间种植鉴定至今仍为杂交水稻种子纯度鉴定的主要方法。

鉴定季节和地点要求：种子的纯度种植鉴定应选择适宜所鉴定品种正常生长发育的基地和季节进行，但为了尽早地获得种子纯度结果，目前普遍的做法是在海南南部的三亚等地进行种植鉴

定。两系杂交种子的纯度鉴定，应根据育性敏感期对温、光条件要求选择鉴定地点和安排播种时期，以使母本自交结实种子的植株特性能够表达。田块应形状较规则，土壤均匀，肥力一致，排灌方便。异地或异季种植鉴定，其秧田和鉴定的田块，应及时处理前季水稻的稻桩和掉落谷再生、发芽成苗。

种植鉴定栽培管理：根据种类确定小区面积和种植株数。同一鉴定田内种植不同品种，品种间应分区隔开，同一品种小区之间要留有操作行。采用湿润育秧，秧龄25天左右移栽，插植密度10厘米×15厘米，每穴严格单本插植。移栽后按大田生产管理进行，在确保品种能正常生长发育，充分表现品种特性的前提下，尽量减少化肥用量；加强病虫害的防治和灭螺、灭鼠，确保每个样品的鉴定株数500株以上。

鉴定和记录：种植鉴定在整个生长季节都应及时观察记录，最主要的时期为齐穗期至成熟期，其中以齐穗期为重要鉴定时期。以品种典型性为鉴定标准，将杂株分为早熟株、迟熟株、不育株、父本株、变异株、异品种株等，记录每一种类型杂株的数量。

结果计算：品种纯度结果以百分率表示，保留到1位小数。计算公式如下：

$$纯度（\%）=\frac{本品种鉴定的总株数-杂株数}{本品种鉴定的总株数}\times 100$$

2　种子发芽率测定

种子发芽率属于种子的播种品质，也是衡量种子种用价值的质量指标。种子发芽率是指在规定的条件和时间内，能长成正常幼苗的种子数占供检种子总数的百分率。国家标准GB 4404.1—1996、2008中规定，杂交水稻种子发芽率标准为≥80%。规定的发芽条件和时间是指在光照培养箱内保持28～30℃的恒温，

在种子充分吸水的条件下14天内的成苗率。杂交水稻种子发芽率的检验程序与操作方法如下：

（1）从净种子中取样用清水浸泡种子24小时后，从中取400粒种子分成4份，每份100粒，分别置于发芽盒的发芽床，贴上标签。

（2）将发芽盒放入光照发芽箱内，发芽纸要保持湿润，在28～30℃的恒温、光照条件下培养。

（3）种子发芽期间，应及时进行检查管理，如通风透气、发芽纸的湿润程度、温度与光照条件、种子霉变情况等，保持适宜的发芽条件。

（4）试验期间作好记载记录，从种子开始出现正常发芽标准起至发芽试验周期（14天）止，每天记录达正常发芽标准的种子数。鉴定幼苗和观察计数可以从第五天开始，最后一次为第14天。

正常幼苗的标准：主要构造生长完全、匀称和健康，即具有发育良好根系和芽鞘、叶片，即有根有芽，芽根正常的种子数。如果种子具有休眠特性，应待休眠特性自然解除或人为解除后才能进行发试验。人为解除种子休眠特性，可用硝酸等处理，即用0.1摩尔/升硝酸溶液浸种16～24小时；用硝酸钾处理，即用0.2%硝酸钾溶液湿润发芽床。

（5）结果计算：发芽率（%）=（发芽试验种子总粒数－不正常幼苗数和不发芽数）/发芽试验种子总粒数×100，或=发芽试验鉴定正常幼苗数/发芽试验种子总粒数×100。

填报发芽结果时，须填报正常幼苗、不正常幼苗、新鲜不发芽种子、硬实和死种子的百分率，数据精确到0.1%。

3 种子含水量测定

种子含水量是影响种子贮藏特性的主要因素。种子含水量是指按规定程序将种子样品烘干后所失去的重量占烘干前重量的百

分率。在种子收购入库时，一般用水分测定仪检测种子含水量。在杂交水稻制种的种子成熟收割期，晴天或阴天收割的种子，其含水量在20%左右，收割的种子如不及时干燥，种子堆放在一起易引起发热，种胚变黄或黑，胚乳淀粉萌解，使种子丧失发芽能力，导致种子发芽率不合格。国家标准 GB 4404.1—1996、2008 中规定，籼型杂交水稻种子安全贮藏的含水量标准为<13%。我国南方稻区气候潮湿，在种子收购入库和进入小包装种子的含水量应控制在12%以内，提高了种子的耐贮性，保证种子在第二年用种季节含水量在13%以下。目前我国杂交水稻种子水分测定，主要采用以下两种方法。

(1) 烘干减重法。利用电热干燥箱对种子样品进行烘干、称重，其程序为：取样磨碎→烘干→称重→结果计算与报告。提供正式报告用此法，按下列公式计算含水量：

种子水分（%）＝［试样烘干前重（克）－试样烘干后重（克）］/试样烘干前重（克）×100

(2) 电子水分仪速测法。利用仪器设备测量，从仪器上直接读出种子含水量数值。种子收购、调运、干燥加工等过程采取此法。

4　种子净度分析

净度分析是通过对样品中净种子、其他植物种子和杂质3种成分的分离，了解种子批中可利用种子的真实重量，以及其他植物种子、杂质的种类和含量，为评价种子质量提供依据。

种子净度即种子清洁干净的程度，是指种子样品中净种子重量占样品种子总重量的百分率，表示种子批或样品中净种子、杂质和其他植物种子组分的比例及特性。种子净度分析对种子质量评价和利用具有重要意义。种子批内含有杂草、杂质的种类与多少，不仅影响种子安全贮藏，还影响作物的生长发育，也影响人畜的健康安全，同时影响种子的外观商品质量。GB 4404.1—

1996、2008 规定杂交水稻种子净度≥98%。种子净度检验需要利用专用的多级分层筛进行检测分析。

净种子是指被检测样品所指明的种子符合本品种有关标准要求的种子单位或构造（GB/T 3513.3—1995）。水稻种子的谷壳没有损伤，不管是空瘪或充实；若谷壳有一个裂口，但留下的种子单位部分超过原来大小的1/2；能明确地鉴别出是稻种，即使是未成熟、瘦小、皱缩的、带病的或发过芽的种子，都应归属于净种子。

其他植物种子是指净种子以外的任何植物种类的种子单位，其识别标准与净种子标准基本相同。杂质是指除净种子和其他植物种子以外的所有种子单位、其他物质及构造。破碎或受损伤种子单位的碎片为原来大小的或不及1/2、稻种附属物、脱下的不育小花、空的颖片、内外稃、稃壳、病菌体、泥土、沙粒等，都归属于杂质。

种子净度（%）＝［送检样品的重量（克）－其他植物种子重量（克）－杂质重量（克）］/送检样品的重量（克）×100

从田间收获干燥的种子中含有空秕粒、稗粒、杂草籽、稻草屑以及沙石杂质等，所以杂交水稻种子入库前必须经过具有风选、筛选、重力选的精选设备精选加工。

杂交水稻种子收购时通过配套的精选机（风选、筛选和重力精选配套）精选后，其净度完全能达到98%以上。

5 种子裂颖粒率分析

5.1 种子裂颖的表现

杂交水稻种子普遍存在裂颖现象。种子裂颖是指种子内外颖壳不闭合或闭合不严，米粒部分外露的现象。水稻不育系浆片和小穗轴维管束发育不良，浆片吸水和失水慢，开颖后浆片保持膨

胀状态，小穗轴及外稃基部的细胞结构生长定型，小穗轴失去再把外稃恢复到原位的弹性，导致颖壳不能关闭或关闭不好，形成裂颖。根据杂交水稻种子裂颖的程度，可分为全裂颖、半裂颖、纹裂颖 3 种类型。全裂颖种子的内外颖裂开部分占谷粒长度的一半以上，米粒小，成弯曲的牛角状，千粒重只有正常种子的 2/3 以下；半裂颖种子的内外裂开部分占谷粒长度的 1/3 左右，米粒成圆锥状，千粒重偏低；纹裂颖种子表现在谷粒的中部一侧内外颖裂开，可见米粒，但颖尖闭合，米粒较正常。种子裂颖粒率是裂颖种子粒数占样品种子总粒数的百分率。

杂交水稻种子裂颖现象主要由不育系的遗传特性引起，在不育系之间裂颖粒率在较明显差异。培矮 64S 系列组合种子的裂颖粒率最低，为 5%左右，准 S 配制的杂交种子为 5%～10%，P88S、Y58S 配制的杂交种子裂颖粒率为 15%左右，株两优系列组合的裂颖粒率为 15%～20%，丰源 A 系列组合种子裂颖粒率为 10%～30%，T98A 系列组合种子裂颖粒率为 20%～40%。种子裂颖粒率也受外界环境条件和人为因素的影响。开花期的温度与湿度，温、湿度过高或过低都可导致种子裂颖粒率提高，“九二〇”喷施过早，人工授粉使用的工具与方法（如用粗糙绳索授粉）也可导致种子裂颖现象加重。

5.2　裂颖种子对种子质量的影响

裂颖种子不但影响种子外观品质，更重要的是种子不耐贮藏，发芽率低，且发芽不正常，裂颖种子破胸后，芽鞘从颖内长出，呈畸形。种子收割后贮藏至用种季节（6～8 个月），裂颖粒率高的杂交种子批的发芽率偏低。全裂颖种子的发芽率一般只有 30%～50%，半裂颖种子的发芽率在 50%左右。苏林勇对 5 个水稻品种的发芽率、发芽势均呈现出不同程度降低的趋势进行了分析，结果表明颖壳开裂轻的降低幅度较小，发芽率降低在 0～5 个百分点，平均降低 3 个百分点，发芽势降低 1～6 个百分点，

平均降低 4 个百分点；颖壳开裂重的种子发芽率、发芽势降低明显。其中发芽率降低 7～25 个百分点，平均降低 13 个百分点，发芽势降低 7～26 个百分点，平均降低 16 个百分点。颖壳开裂重的杂交水稻组合Ⅰ优 501、Ⅰ优 6078 种子，经贮藏一个使用季度后，种子发芽率大幅度降低，几乎失去了种用价值。种子入库时通过精选，降低种子裂颖粒率，可以使种子批内的裂颖种子粒率控制在 10%以内。

6 种子穗萌穗芽粒率分析

6.1 种子穗萌芽现象

种子在穗上破胸发芽的现象称为种子穗萌穗芽。杂交水稻种子在田间成熟期穗萌穗芽现象较为普遍。我国杂交水稻制种田平常年份有 10%～30%穗发芽，平均减产 10%～20%，灾害严重的年份穗发芽率可达 50%以上，有的达 60%～80%。长江以南流域和西南地区杂交水稻制种常受种子穗萌穗芽的困扰。

穗萌芽种子对质量的影响是通过种子内部代谢活动消耗其部分贮藏物质，致使种子播种品质下降。穗萌芽种子在收获、干燥、入库期，发芽率表现正常，故常被认为是健康种子。穗萌芽种子由于胚部已萌动，内含物质已开始分解消耗，在贮藏期水分上升率与正常种子相比存在极显著差异，到第二年播种季节，其发芽力很弱，甚至完全丧失，既使部分穗萌芽种子尚有发芽力，畸形和不匀称的幼苗也将增多。据研究表明，平均每年杂交水稻种子因穗萌穗芽的生理变化，使种子生活力下降 10%以上。由此可见，杂交水稻种子批内的穗萌芽种子，不仅严重影响种子批的外观品质，而且严重影响种子的贮藏质量。在种子收购时应通过精选，将穗萌芽种子粒率控制在 5%以内。

6.2 种子穗萌芽原因

6.2.1 穗萌芽与种子休眠特性的关系 绝大部分杂交水稻的种子无明显休眠期，很容易在穗上萌芽。休眠期的长短，除了与品种特性有关外，还与抽穗扬花授粉和成熟期温、湿度有关。一般说来，在高温高湿条件下，休眠期缩短，低温低湿条件使休眠期延长。早熟组合制种易遇上气温高雨水较多的天气，休眠期缩短，穗萌芽率较高，若种子成熟期遇上气温较低的晴天，既使田间湿度较大，穗芽率也较低。培矮 64S 及其杂交组合在海南春繁春制的种子初始发芽率低于 10%，60 天左右发芽率才能达到 80%，完全解除休眠需要 105 天左右，种子属于深度休眠。但是在湖南夏繁夏制的种子，始初发芽率 50%以上，属于中度休眠。由此说明，培矮 64S 种子休眠期的长短和休眠的程度明显受种子成熟环境条件的影响。

6.2.2 穗萌芽与赤霉素的关系 赤霉素（九二〇）最初是从水稻恶苗病菌代谢产物中发现的一类天然激素，至今已实现工厂化生产，并已成为杂交水稻制种的必用物资。我国南方杂交水稻制种，在收获前时常会遭遇连日阴雨及高温高湿天气，加之赤霉素所产生的后效，极易导致穗萌芽 。有试验表明，用 10 毫克/千克、20 毫克/千克、30 毫克/千克 3 种赤霉素浓度溶液对开花后 16 天的穗子进行湿润培养，穗萌芽率较对照都有不同程度的提高。杂交水稻制种产量的大幅度提高与大剂量使用赤霉素有关，正常情况下每 667 米^2 使用赤霉素 20 克左右，大剂量使用赤霉素的后果是打破或解除种子的休眠期促进种子发芽，这是人为创造了穗萌发芽的内在条件，一旦温湿度适宜，种子立即发芽，这是杂交水稻制种易产生穗萌芽的一个重要内因。

7 稻粒黑粉病粒率分析

7.1 稻粒黑粉病的表现

稻粒黑粉病粒率是样品种子中黑粉病粒数占检测种子总粒数的百分率。稻粒黑粉病是杂交水稻制种上多发性病害。在开花期，黑粉病病菌通过不育系颖花柱头侵入子房，病菌在子房内繁殖，使不育系受精的颖花不能正常灌浆充实，子房变成米粒形状，饱满光滑，颖壳外观呈淡黄色，其内全为黑色粉末状的病菌孢子。杂交水稻制种不论何种不育系作母本制种均能发生，病粒率一般在5%～10%，严重的达30%～50%，已成为杂交水稻制种的主要病害。在种子成熟和收获期间，遇阴雨天气或湿度较大时，黑粉病粒破裂散出黑粉孢子黏附在颖壳上，使田间所有的种子色泽变黑。在种子成熟期间，若田间湿度较低，温度较低，黑粉病粒不破裂。黑粉病不仅造成制种产量损失，而且收割后病粒与种子混在一起难以剔除。种子批中黑粉病粒的存在，影响种子净度与色泽，也影响种子的贮藏质量。在种子收购入库时，应通过水选和重力精选机精选加工，控制黑粉病粒率在1%以下。

7.2 稻粒黑粉病发生的原因

稻粒黑粉病菌侵染程度与不育系花器及开花习性有关。水稻不育系花器败育，抽穗不畅，花时分散，张颖角度大，张颖历时长，颖壳闭合不好，柱头外露率高及生活力较强等特征特性，均有利于病菌侵入与繁殖。据研究表明，稻粒黑粉病菌的侵入程度与不育系以上特征特性关系密切。曾在生产上应用面积较大的V20A，柱头外露率、花时分散程度、张颖角度、张颖历时等特征特性较珍汕97A大，因而V优系列杂交种子黑粉病感染率较汕优系列高。近10多年来，为了提高繁殖制种产量和改善杂交

水稻的稻米品质，育种家选育了一些柱头外露率高、品质较优的不育系，如金 23A、培矮 64S、新香 A、T98A、株 1S、陆 18S 等，虽然繁殖、制种产量得到大幅度提高，所配组合的稻米品质得到改良，但在种子生产中易感染黑粉病。

稻粒黑粉病感染程度与气候条件和植株群体长势有关。近年来，杂交水稻制种基地与制种田块的分散，种子生产者为了确保制种田隔离的安全、父母本花期相遇和抽穗扬花期的适宜天气条件，制种田与非制种田不得不错开播种时期，使同一水稻生产区域内禾苗生长发育不同步，制种田和非制种田相互成为多种病害的桥梁田，加速了病害的发生与蔓延。同时，为了提高制种产量，施肥水平也相应提高，特别是氮肥施用量增大，禾苗生长嫩绿，田间通风透光差，有利于病菌的萌发、生长和繁殖，导致病害集中为害。有些制种基地为了提高不育系穗粒外露程度，在禾苗生长过旺的情况下，采用割叶方式，造成植株受伤，增加了病害侵染与传播机会。

第7章

杂交水稻制种质量控制技术

在种子生产过程中必须高度重视对种子质量的监控，生产出符合种子质量标准的种子。杂交水稻种子生产是两个亲本异交结实过程，容易因各种因素影响种子质量。制种所用亲本种子的纯度、制种田的隔离、除杂去劣、开花授粉期的天气、收割时期、干燥方法等诸多因素都在影响着杂交种子的质量，无疑增加了生产过程中保证种子质量的技术难度。所以，杂交水稻种子生产的质量监控应贯穿于生产的各个环节。我国经历30多年杂交水稻种子的生产实践，已基本形成了杂交水稻种子生产质量控制技术体系。

1 杂交水稻制种纯度监控技术

1.1 使用高纯度的亲本种子

亲本种子质量的高低，特别是种子纯度的高低，是生产高纯度杂交水稻种子的基础。我国两系法和三系法杂交水稻制种都在逐步扩大规模，在制种过程中常出现因亲本种子纯度不达标而导致杂交种子纯度不合格或制种失败等问题。三系法不育系虽然不育性稳定性好，但经多代繁殖后不育性也有遗传变异，两系不育系的不育性受温光条件影响，育性转换起点温度和光长在繁殖多代后产生遗传性飘移。无论三系不育系还是两系不育系，在繁殖过程中也常产生机械混杂。目前选配杂交水稻组合的不育系主要有T98A、Ⅱ-32A、中九A、Y58S、株1S、陆18S、P88S、

C815S、湘陵628S等，这些不育系的异交特性好，制种时异交结实率高，但是也易与母本群体中的杂株串粉结实，产生生物混杂，影响所产杂交种子的纯度。我国1996年制订的国家标准GB 4404.1—1996，杂交水稻亲本种子纯度标准为≥99.0%。随着育种水平的提高，农业生产对种子质量标准的提高，杂交水稻亲本种子纯度标准也应相应提高。因此，GB 4404.1—2008规定，杂交水稻制种亲本种子纯度标准为≥99.5%。要使杂交水稻制种使用高纯度的亲本种子，必须按原种生产程序生产原种，繁殖亲本种子，并经严格进行纯度鉴定后才供制种使用。

1.2　制种田的前作处理与隔离

1.2.1　制种田的前作处理　在广东、广西、福建、海南等地的各季制种，在长江流域的秋季制种，如制种田的前作种植水稻，前作的落田谷和稻蔸都将成为制种田杂株的来源。首先应对前作的落田谷和稻蔸进行处理，播种前翻耕淹水7天以上，使落田谷和稻蔸失去发芽与再生能力。在长江流域的春、夏季制种，应先将存放在稻田的先年的稻草搬出稻田，翻耕淹水处理后再播种。

1.2.2　制种区的隔离　水稻的花粉离体后在自然条件下有5～10分钟存活时间，经自然风力可传播100米以上距离。因此，在制种的开花授粉期，应及时采取隔离措施防止非父本水稻的花粉对制种母本串粉结实。

隔离方法：自然屏障隔离，如利用山、河、建筑物等隔离；距离隔离：在制种区周围100～150米为隔离区（抽穗扬花期顺风向隔离区150米以上，逆风向隔离区100米以上），在隔离区内种植其他作物；同父本隔离：隔离区内种植制种的父本；开花期隔离：在隔离区内种植的非父本水稻品种的始穗期与制种区母本的始穗期相差20天以上。在隔离区内种植的水稻品种以选用在当地种植过的品种，对生育期特性已经了解，并制定相应的播

种栽培管理技术，对播种期、移栽期、幼穗分化进度应及时记录与检查，对应制种母本的生长发育进度进行逐块检查，发现问题及时采取措施处理。建立隔离登记档案，确保与制种区母本开花期错开20天。

1.3 田间除杂

制种田的杂株类型有：前作水稻落粒谷植株和稻蔸再生株，三系法母本中的保持系植株，两系法母本中的育性转换起点温度高的植株，同形可育株，变异株，其他杂株等。除杂保纯工作应贯穿于整个制种过程，重点抓好4个时期的除杂。

秧苗期：主要除去秧苗叶鞘异色株、叶片异形株。

分蘖期：继续除去异形株、异色株，及时发现和清除前作水稻落粒谷苗和稻蔸再生苗。

抽穗开花期：制种除杂的最关键时期，配合田间纯度鉴定，对田间除杂和隔离情况进行检查。除去异形、异色（叶鞘色、稃尖色、柱头色、叶色等）株，重点除去母本中的能散粉的可育株和半不育株，要求在母本盛花期前基本清除干净，杂蔸率控制在2‰以内或杂穗率1‰以内。

种子成熟至收割前：除去母本中结实明显高于一般的植株、异形株、异色株（稃尖异色）等。采用机械收割，先割除父本，清除父本行中留下的父本穗后，再收母本。

1.4 适时收割

防止母本高位迟发蘖成穗自交结实。在培矮64S多年的分期播种试验中发现，群体有效穗抽穗后，从倒3、倒2与穗颈节长出的迟发分蘖穗，不论育性敏感期温度的高低，部分颖花有正常染色花粉，能裂药散粉自交结实（可达30%）。在制种时若父母本花期相遇较差或“九二〇”喷施效果较差，穗粒外露程度较低时，不仅制种产量低，而且使母本的迟发高位分蘖成穗，出现自

交结实现象。因此两系法制种，尤其是以培矮 64S 等易发生高位分蘖的不育系作母本制种时，一方面要防止高位迟发分蘖的成穗和自交结实，在迟发高位分蘖穗自交结实粒未灌浆前及时收割。另一方面，在授粉结束后应观察种子成熟进度，防止种子过度成熟。在授粉期结束后 10 天左右，种子进入成熟阶段，在授粉期结束后 12 天左右，种子 80%进入黄熟期。据曹文亮等对株 1S、陆 18S 等系列杂交组合制种研究表明，株两优 02、株两优 819、陆两优 996、陆两优 28 制种，在授粉期结束后第 12～16 天，种子已经籽粒饱满，成熟完全，物质积累充分，发芽率（势）高，种子电导率高、过氧化物酶（POD）、过氧化氢酶（CAT）活性强，种子活力高。在授粉期结束后第 17 天起，种子胚乳部分透明度减弱，胚乳内淀粉逐步趋于崩解，使种子外观品质、耐贮性、发芽特性变差。因此认为，在授粉期结束后第 10 天左右，应注意收看天气预报，尤其密切关注台风的预报，做好及时抢收晒种子的准备。种子的适宜收割期在授粉期结束后第 12～16 天。

收割时父母本必须分开收割。父母本生育期相近（如杂交早稻组合）的杂交组合制种、授粉后父本易倒伏的组合制种、利用收割机收割等，必须先收父本，并在父本收割后严格清除父本穗后再收母本。父母本抽穗后种子成熟期相差较大（如杂交中稻）的杂交组合制种、授粉后父本不易倒伏的组合制种，采用人工收割方式，可以先收母本后收父本。在晴天露水干后开始收割，能使种子在当天基本干燥至安全含水量。适宜收割期遇上阴雨天气，可先割除父本，待雨后及时收割母本。有烘干设备条件，可在阴天或小雨天气，根据烘干设备的工作能力进行收割。

在收割前应清理收割机具、箩筐、袋子等，防止机械混杂，保持种子色泽，提高种子净度基础。浅泥田块或泥面已干燥的田块，实行田间无水收割；深泥田、泥面稀软田块，防止收割时种子沾泥，可实行灌水收割；亲本已倒伏、穗上有萌芽、黑粉病较重的制种田，收割后可先用清水冲洗，再及时进行干燥。

2 种子净度与发芽率控制技术

2.1 及时干燥

为使种子脱粒后缩短干燥时间，种子收割脱粒后，应及时运到晒坪或干燥厂房，杂交水稻种子不宜在水泥晒坪暴晒，宜使用竹垫晒种。如在水泥晒坪晒种，不宜堆晒过厚，并应勤翻。如遇阴雨天气，种子收割后应立即采用薄摊、勤翻、鼓风去湿、加温通风干燥、机械烘干等方法，尽快使种子含水量降低至安全存放标准（<13%）。未干燥至安全存放含水量的种子严禁堆放，避免引起种子堆内发热而降低发芽率。经过高温暴晒或加温干燥的杂交水稻种子，应待种子冷却后才能灌袋入仓。在种子干燥过程中应严防机械混杂。种子收购前3～5天，应通知制种农户将种子充分晒干，水分控制在12%以下。

2.2 精选加工与贮藏

为确保入库种子的净度和发芽率，种子入库前应用专用精选机械设备进行精选加工。所用的精选设备应具有筛选、风选、重力选等功能的成套精选设备，以控制种子裂颖粒率、穗萌穗芽粒率和稻粒黑粉病粒率。在精选加工过程中应严格按程序操作。其一，每个品种的种子精选加工前，要对精选机械和用具进行彻底清扫，防止机械混杂。其二，种子精选加工前，应严格测定种子含水量，对水分高于12%的种子应干燥后再精选。其三，通过多次精选控制种子裂颖粒率、穗萌穗芽粒率和稻粒黑粉病粒率。其四，对制种田间花检鉴定纯度存疑的种子，应单独分开加工、包装和单独存放。

装袋入仓前，要将袋、仓内的异品种种子、杂质、垃圾、虫窝等全部清除。种子装袋入仓前，用纸标签填写品种名称，做到

每袋有内外标签；单独贮藏。种子存放地点要安全可靠，能防潮、防鼠、防虫、防火、防盗，经常检查。

2.3　穗萌穗芽控制

2.3.1　控制种子灌浆成熟期的温湿度　种子灌浆充实成熟期间的田间温度与湿度是产生穗萌发芽的外界条件，杂交水稻种子成熟期，田间温度 25～30℃适宜种子萌发。一旦水分满足胚的最小活化水量（相对湿度 70%以上或露水条件），胚芽、胚根迅速生长，脱颖而出，根芽边生长边吸收水分氧气。不育系上的种子陆续成熟，种子逐渐吸水，胚也逐渐发育，胚芽、胚根不同程度地生长，也不同程度地顶破种皮形成不同长度的根芽，最终形成含根芽谷粒种子（明芽和暗芽）。因此，在杂交水稻制种后期，控制田间温湿度是防止或减轻穗萌发芽的途径之一。其一，在安排种子生产季节时应根据基地的气候条件，将种子灌浆成熟期与避开基地的多雨季节；其二，定向培养适宜的父母本苗穗结构，防止因禾苗群体过大，上部叶片过长过大，穗部隐蔽，通风透光性差，穗部湿度大，造成穗萌发芽。在父本群体大，显著高于母本穗层的情况下，授粉结束后可将父本割掉，或将父本捆把，减少父本对母本穗部的荫蔽。其三，在授粉结束后，田间应抽沟排水，田间只保持湿润状态，降低田间湿度。

2.3.2　合理喷施赤霉素　在杂交水稻制种中，母本始穗期喷施赤霉素是目前杂交水稻制种一项重要的增产措施。但是，喷施赤霉素往往使穗萌发芽现象加重。因此，为了减轻种子穗萌芽，在杂交水稻制种时应根据不育系对赤霉素的敏感性、种子萌发特性，适量、适时、适法喷施赤霉素。使用超低容量喷施方法，其用量宜少，因超低容量喷施呈雾状，赤霉素溶液能够均匀地分布在植株叶面上而被植株吸收。使用普通喷施方法，因喷出的溶液颗粒较大，不够均匀，用量适当增加。在均匀喷施的基础上，加施微量元素或增效剂，有利提高赤霉素的施用效果。对赤

霉素敏感的亲本用量减少，一般在母本见穗指标25%～40%时开始喷施，从严控制单位面积赤霉素用量，反之，对赤霉素不敏感的亲本，喷施期宜早，用量应有所增加，但必须控制用量。

2.3.3 使用穗萌抑制剂 为了控制杂交水稻制种的穗萌芽，我国已开展了穗萌抑制剂的研制与试用，并已取得了一定的效果。周新国2001年春制金优207，在终花后3天内对不同类型田块每亩喷施穗萌抑制剂1包，结果表明喷施穗萌抑制剂的处理芽谷率为0.92%～1.52%，对照为7.88%～11.05%，穗萌抑制剂极显著减少了穗萌种子。2002年对喷施了穗萌抑制剂的金优207种子进行发芽试验，发芽势与发芽率没有差异，说明使用穗萌抑制剂后对杂交种子的发芽势和发芽率均无不良影响。2002年试验穗萌抑制剂，当时遭遇连续多天的阴雨及高温高湿灾害性天气，实验结果表明，不同位置的田块，其试验结果均趋一致，喷施穗萌抑制剂的平均穗上芽谷率为1.23%，比未喷药的9.17%，降低7.94个百分点。

随着种子穗发芽生理生化机制研究的不断深入，利用外源脱落酸（ABA）控制穗发芽技术越来越被人们所认识。已有试验表明，在杂交水稻制种的种子灌浆成熟期使用ABA，种子成熟时萌动率显著降低。多效唑属三唑类化合物，是一种高效低毒的植物生长延缓剂和广谱杀菌剂。多效唑应用于杂交水稻制种，在培育壮秧、花期调节、抑制穗粒萌发、提高制种单产等方面起到了较好的效果。在种子黄熟初期用15%多效唑1.5～2.2千克/公顷加水1 500千克进行喷施，能够较有效地预防种子穗萌。多效唑能抑制种子穗上发芽，随着用量的增加，穗上芽谷率降低。

3 稻粒黑粉病的防治

稻粒黑粉病的防治已成为杂交水稻制种必不可少的技术环节。稻粒黑粉病的发病程度不仅年际间、基地间差异很大，而且

在同一基地的不同田块，其发病程度也有较大差异，常常表现在发病轻的年份却有发病较重的基地或田块，发病重的年份也有发病较轻的基地和田块，由此说明自然条件、栽培水平与黑粉病发病程度有很大关系。对稻粒黑粉病的防治应采取农业措施与药剂防治兼顾的综合防治技术。

3.1　安排开花授粉至种子成熟期的天气影响

开花授粉至种子成熟期，天气晴朗少雨或无雨，发病较轻甚至不发病，不一定需要进行药剂防治。相反，在开花授粉期遇上多雨少晴天气（阴湿天气），则发病较重，而且影响药剂防治效果。杂交水稻制种实践表明，在长江流域秋季制种，种子灌浆成熟期易遇上9月份“寒露风”天气，黑粉病发病较重，夏制和春制的黑粉病程度轻于秋制。

3.2　培育稳健的母本苗架

黑粉病发病较重的年份，在杂交水稻制种基地调查发现，凡是母本生长过旺，叶片过长，叶色过浓，群体苗穗结构过大的制种田块，发病较重；母本生长稳健，叶片长度适中或偏短，叶色较淡，群体苗穗结构中等和偏下的田块，发病较轻。由此可见，对母本实行定向培养，以基肥为主，及早追肥，中后期控制施肥，尤其控制氮肥的施用，增施钾肥等，培养母本稳健群体结构，是预防黑粉病的有效措施。

3.3　适时适量使用“九二〇”

喷施“九二〇”可以促使穗层高出叶层，使穗层疏松，通风透光好，湿度小，不利于发病。但要注意喷施时间、用量，喷施过迟，用量过少，穗粒外露程度较低，喷施“九二〇”后剑叶不平展，仍表现为“叶下禾”的田块，往往发病较重。因此，“九二〇”喷施要适时，若喷施过早，植株过高易倒伏，黑粉病较

重；若喷施过迟，植株节间老化，不能使穗层外露，也有利于黑粉病发生发展。另外，由于母本冠层叶片较长，喷施“九二〇”后仍不能使穗层外露的田块，应采取适当割叶的方法，促使穗层高于叶层，既有利于父本授粉，提高母本异交结实，又可以减轻黑粉病的发病程度。

3.4 药剂防治

3.4.1 种子药剂消毒 黑粉病可由种子带菌传播，对种子进行消毒处理是控制发病的有效途径之一。常用于种子消毒的药剂有：20%粉锈宁乳油 500～1 000 倍液、50%多菌灵可湿性粉剂 500 倍液、20%强氯精可湿性粉剂 500 倍液。将种子洗净沥干后，再用药液浸种 8～12 小时，消毒后须用清水多次洗种，洗净药液。

3.4.2 大田药剂防治 目前常用于防治黑粉病的药剂有三唑酮（粉锈宁）、灭黑灵、灭黑一号、克黑净、灭病威（多菌灵硫脱悬剂）和“爱苗”等。黑粉病菌是在开花期通过颖花的柱头侵入，因此，防治稻粒黑粉病的在抽穗开花期，选用以上药剂喷施药剂 1～2 次，遇阴雨天气时应增加 1 次用药，施药时间以 16～18 时为宜。

4 两系法杂交水稻制种纯度监控

4.1 选择育性安全期制种

4.1.1 母本育性安全期 制种母本生长发育进入育性敏感期时，外界光温条件能够保证不育系的不育基因完全表达，不育性表现彻底，该时期称为育性敏感安全期。育性敏感期安全，两用核不育系才能表现完全的不育性。

两用核不育系的育性敏感安全期的长短与不育系的育性转换

临界温度及种植地区当时的温光条件密切相关。不育系育性转换临界温度越低，其育性敏感安全期越长，反之安全期越短。不育系种植在低纬度稻区比种植在高纬度稻区的育性敏感安全期长，种植在低海拔稻区育性敏感安全期比在高海拔稻区长。

粳型温光敏核不育系 N5088S 在武昌（北纬 30°27′）4 月 18 日至 7 月 8 日播种，其育性敏感安全期从 7 月底至 8 月 10 日；在江西省浮梁县（北纬 29°07′）育性敏感安全期在 7 月下旬至 8 月 10 日。7001S 在长沙地区完全不育期在 7 月 15 日至 8 月 25 日，育性敏感安全期在 6 月底至 8 月 5 日；在安徽合肥地区的育性敏感安全期在 7 月下旬至 8 月 5 日。

籼型温敏不育系培矮 64S 在湖南各地种植育性敏感安全期表现有所差异，在郴州地区种植育性敏感安全期在 7 月 10 日至 9 月初，不育历期长达 60 天，但在常德地区种植育性敏感安全期在 7 月 15 日至 8 月 25 日，不育历期只有 45 天（表 7 - 1）。

表 7 - 1　培矮 64S 在湖南各地的育性敏感安全期

（1994—1995 年）

地　　点	纬　　度	海拔（米）	不育历期（天）	育性敏感安全期（月/日～月/日）
郴州桥口	24°24′	112	60	7/10～9/初
怀化安江	27°39′	270	45	7/20～8/20
长沙市芙蓉区	28°12′	43.8	50	7/15～8/底
常德贺家山	28°94′	30.5	45	7/15～8/25

4.1.2　育性敏感期安全系数　收集两系制种基地有气象观测资料以来所有年份适合安排不育系育性敏感安全期时段的日平均温度，找出连续 3 天的日平均气温均值低于制种所用不育系临界温度值的年份及次数，计算公式如下：

$$育性敏感期安全系数=1-\frac{连续3天日平均气温均值低于不育系临界温度值的年份数}{气温资料的年份数}$$

当育性敏感期安全系数为 1 时，表明制种时不育性安全；当

育性敏感期安全系小于1时，制种有风险。

4.1.3 抽穗扬花授粉安全期 两系制种的抽穗扬花授粉安全期气候条件与三系法制种要求一致，但是由于两系制种首先考虑的是育性敏感安全期，在先确定育性敏感安全期后，再安排抽穗扬花授粉安全期，因而在同一制种地区制种，两系制种的抽穗扬花授粉安全期所选择的范围相对较窄。

4.1.4 制种基地的选择与季节安排 两系法杂交水稻制种，制种基地的选择和季节的安排，既要考虑不育系育性敏感期的安全，又要顾及抽穗授粉期的安全，以育性敏感安全期为前提。

两用核不育系育性敏感安全期的长短与其育性转换临界温度及种植地区密切相关，育性转换临界温度低的不育系较育性转换临界温度高的不育系在基地选择与季节安排上所选择的范围大。育性转换临界温度低于23.5℃的不育系，如株1S、培矮64S，可选择海拔500米以下，北纬27°以南的单、双季稻区进行夏、秋制种，考虑安全抽穗扬花授粉期，在湖南则以选择海拔在400米左右，地势开阔、光照充足的单季稻区或单双季混栽区夏制为宜。在低海拔双季稻区进行两系制种，基地的选择的范围虽较宽，但考虑抽穗扬花授粉的安全与稻作季节的矛盾，并不适宜。育性转换临界温度较高（24～24.5℃）的不育系如香125S、安农810S、准S，可选择的制种基地范围较窄，在湖南只能选择低海拔的丘陵、平湖双季稻区作夏制，考虑抽穗扬花授粉的安全与稻作季节的矛盾，这些地区也并不适宜制种；因此育性转换临界温度较高的不育系安全制种基地应选择在北回归线以南的华南稻作区夏、秋制种。

选定某一稻作区作两系制种基地，先要收集当地历年来的气象资料，根据制种所用的不育系的育性转换临界温度，分析育性敏感安全系数。大面积制种必须保证育性敏感期安全系数接近100%，即在此地预期的不育系的育性敏感安全期内，历年的日平均温度均没有连续3天低于制种所用不育系育性转换临界温度的

年份。

我国主要的两系杂交水稻组合制种的母本育性敏感期、抽穗扬花期及对应播种期的安排列于表7-2。

表7-2 主要两系杂交稻组合制种的“三期”安排

组合	制种基地与季节	育性敏感安全期（月/日）	安全抽穗扬花期（月/日）	播种期（月/日）	
				父本	母本
两优培九	湘西南夏制	7/20～8/10	8/15～8/28	5月上旬	5月下旬
	江苏盐城夏制	7/20～8/12	8/15～8/25	4月下旬	5月底
	华南秋制	8/1～9/10	8/25～9/15	6月上旬	6/25～7/10
	海南早春制	4/15～5/10	4/25～5/10	1月下旬	2月中旬
两优0293	华南秋制	8/1～9/5	8/25～9/10	6月上旬	6/25～7/5
	海南早春制	4/15～5/10	4/25～5/10	1月下旬	2月中旬
Y两优1号	湘西南夏制	7/20～8/10	8/10～8/25	5月上旬	5月下旬
	江苏盐城夏制	7/20～8/12	8/15～8/25	4月上旬	5月中旬
	华南秋制	8/1～9/10	8/25～9/10	6月上旬	6/25～7/10
	海南早春制	4/15～5/10	4/25～5/10	1月下旬	2月中旬
准两优527	华南秋制	8/1～9/10	8/25～9/8	6月上旬	6/25～7/10
	海南早春制	4/15～5/10	4/25～5/10	1月下旬	2月中旬
株两优02 陆两优819 株两优819 陆两优996	湘西南夏制	7/10～8/10	7/25～8/25	/	5月下旬
	湘南秋制	8/5～8/25	8/25～9/5	/	6月下旬
	桂中粤中北秋制	8/10～9/5	8/25～9/15	/	6月下旬
	桂中粤中北夏制	7/25～8/15	8/15～8/30	/	6月中旬
	海南早春制	4/5～5/5	4/20～5/15	/	2月中下旬

4.1.5 制种田块水源控制 制种基地选择以后，对制种田块也有要求，山荫田、冷浸田和冷水灌溉的田块，都不适宜两系杂交水稻制种。母本育性敏感期防止冷浸水灌溉，制种田间管理在进入幼穗分化Ⅲ～Ⅵ期时，保持田间湿润状态，确需灌水，应对灌溉水的温度进行测量，保证灌溉水温度在25℃以上。

由于水的热传导性差，当大气中冷气流来临时，空气的温度立即降低，而水温降低较慢，能保持较长时间、较高温度。如果在两系制种母本育性敏感安全期遇到短期的低温（低于该不育系临界温度值+0.5℃以下）时，在低温来临前深灌（淹没幼穗部位）25℃以上的水保温，使不育系温度敏感部位的温度在临界温度以上，低温过后将水排出。实践证明，利用此措施可以减轻育性敏感期遇低温后育性波动的程度，甚至可以避免育性波动，保证制种纯度。为了保证该措施实施，在选择两系制种基地时，可考虑在母本育性敏感安全期有充足的高温水灌溉制种田。

4.1.6 培育生长发育整齐的群体 两用核不育系群体育性表现的时期较长，其群体由单株组成，单株由单穗组成。同一单株上不同的稻穗、同一稻穗上不同开花日的颖花之间的花粉育性。在育性敏感期遇上低温，株间、穗间、粒间的育性表现有较大差异，从不育到可育都有可能，这是由于受低温影响时，群体内单个颖花发育不完全同步所致。因此，两系法制种应尽可能地培育整齐一致的母本苗穗群体，缩短群体的育性敏感期，以保证母本所有成穗稻穗的育性敏感期在较短的敏感期内。

培养生长发育整齐母本群体的技术措施。其一，保证母本用种量，如培矮 64S 系列组合制种，母本需 1.75～2.00 千克/亩，安农 810S 系列组合制种，母本需 3.0 千克/亩，株 1S 和香 125S 系列组合制种，母本需 3.5 千克/亩。其二，培育多蘖壮秧，叶龄 5～6 叶移栽时，单株平均带蘖 2.0～2.5 个。其三，适当密植，如 12 厘米×12 厘米，增大基本苗数，达到 12 万～15 万。其四，加强田间管理，前期重促，中期以控制为主，培育稳健苗架，穗齐穗多粒足，缩小株间、穗间生长发育的差异。

4.2 育性安全的判断与种子纯度的估算

尽管按照技术要求选择适宜的制种基地，安排安全的育性敏感期，但在两系制种实际操作中对母本的育性仍不能掉以轻心。

这是因为：①在某一基地，年际间同一时段的气温有差异，在某些年份母本育性敏感安全期内可能出现低温天气，导致不育系育性产生不同程度的波动。②在大面积制种区域内，特别是丘陵、山区，不同区域的田块间的小气候存在差异，尤其是临近有冷浸水、阴凉处的田块，在遇到异常低温天气时，这些田块温度会更低；母本更易发生较大区域的育性波动。③母本群体中存在高临界温度的植株，在遇到一般低温天气时，这些单株易发生育性波动，而出现自交结实。因此，在两系法制种过程中，必须对母本的育性安全与否进行判断分析，及时将出现部分育性波动或转育的田块的种子清查出来，避免不合格种子进入销售环节，将两系杂交水稻应用的种子纯度风险控制在种子生产环节。

4.2.1　母本育性安全性判断　母本育性安全性判断的方法主要有：温度分析法、花药花粉观察法、隔离栽培自交结实考查法。

（1）温度分析法。在制种母本育性敏感期（主穗幼穗分化Ⅲ～Ⅵ期）内，密切注意制种基地天气的变化，在基地设置气象观测点观测温度，在整个敏感期，记录天气状况及温度变化。如出现低温天气，应对观测到的或当地气象站的气温资料在低温时段的日平均温度进行分析，对比母本的育性转换临界温度值，判断低温对母本的育性是否将会产生波动，并根据低温出现的时间来推测育性波动可能的开花日期。

对不同区域类型的制种田块，观测母本植株幼穗部位的温度与灌溉水的温度，记录是否有低于母本育性转换临界温度的区域和水温，定点进行花粉镜检与取样隔离栽培。

（2）隔离栽培自交结实考查法。在制种母本见穗前 2～3 天，对不同区域类型的制种田各选 3 或 5 点取样，每点取 5～10 株，带泥移至安全隔离区，分别标记取样点、抽穗期等，同样喷施“九二〇”，保持与制种田相似的环境条件，防止畜禽为害。齐穗后 20 天考查自交结实率。

如经育性敏感期温度观测分析，估计母本育性有波动的可能性，每点应增加1～2倍的取样株数。特别当群体有少量高临界温度植株高临界温度时，需增加隔离栽培的取样株数，必要时成片应取100株以上，以保证结果的准确性与代表性。

(3) 花药花粉观察法。在整个抽穗开花期，对不同区域类型田块逐日观察母本的花药形状、颜色、大小以及裂药散粉现象，对花药形状、颜色、大小有异于典型败育花药的制种区域、单株，要进行花粉镜检，考查花粉育性。

总之，要完整了解制种母本的育性安全情况，在判断母本育性安全性时，需要将上述3种方法综合在一起进行分析，互相参照印证，得出一个较为准确的结果。

4.2.2 种子纯度的估算 根据母本隔离栽培自交结实率、制种母本结实率和制种田间含杂率的调查结果，可以对制种的种子纯度进行估算，估算公式如下：

$$X(\%) = 100 - (a + \frac{n}{m} \times 100)$$

式中：X 为种子纯度估算值（%）；

a 为非育性波动引起的杂株率（%），包括亲本中杂株和杂株与隔离串粉、机械混杂等产生的杂株；由田间花检结果来推算；

n 为受低温影响后测得的绝对隔离自交结实率（%）；

m 为制种田异交结实率（%）。

总之，两系法超级杂交水稻安全制种必须遵守以下原则：

第一，坚持“核心种子筛选——原种繁殖——制种用种”的两系不育系种子生产程序。用原种一代的不育系种子制种。

第二，两系法杂交水稻制种在制种基地的选择和季节的安排上，首先要考虑母本育性敏感期的安全，在育性安全的前提下再考虑抽穗授粉期的安全，即先保纯度，再求产量。

第三，密切关注母本育性敏感期天气的变化，若育性敏感期

出现低温天气，应立即采取措施，确保两系杂交水稻种子纯度风险控制在种子生产环节。

第四，种子收购入库时必须分户或分批取样，进行纯度种植鉴定。纯度经初步估算在 98%以下的种子，必须经纯度种植鉴定后，才能进入加工包装程序。

第8章

超级杂交水稻制种技术研究与实践
（部分超级杂交水稻组合制种技术论文摘录）

1　温敏核不育系株 1S、陆 18S 的主要特征特性观察

刘爱民[1]　凌文彬[2]　石天宝[2]
（1. 隆平高科农平杂交水稻种子分公司，湖南长沙，410125；
2. 株洲市农业科学研究所，湖南株洲，412000）

株 1S、陆 18S 是株洲市农业科学研究所与亚华种业科学院联合育成的籼型水稻温敏核不育系，分别于 1998 年和 2000 年通过湖南省农作物品种审定委员会审定。该两个不育系是在遗传距离较远的生态类型材料杂交（抗罗早//4342/02428）的 F_2 代中选择具有温敏核不育特性的材料育成，其亲缘不同于农垦 58S、安农 S-1。利用这两个不育系已选配了一批高产、优质、抗性较强的组合，并通过了湖南省或国家农作物品种审定委员会审定，正在生产上大面积应用。为了加速这些组合的推广应用，笔者研究了其亲本的特征特性，为优质高产制种提供依据。

1.1　亲本生育期特性与形态特征

株 1S、陆 18S 属于长江流域早籼两用核不育系，感温性较强，生育期较短。株 1S 在湖南株洲、怀化 4 月上、中旬播种，播始历期 68～80 天，在常德、郴州 4 月上、中旬播种，播始历期 70～84 天，主茎叶片数 12～14 叶；5 月下旬、6 月份播种，

在株洲、怀化的播始历期为54～61天，在常德、郴州61～69天，主茎叶片数11～13叶。陆18S4月上、中旬播种，在株洲、怀化的播始历期为68～81天，在常德、郴州70～82天，主茎叶片数12～14叶；5月下旬、6月份播种的播始历期，在株洲与怀化为57～66天，在常德、郴州63～72天，主茎叶片数12～13叶；在湘北和湘南的生育期比在湘中与湘西长，以湘北贺家山点最长，湘中株洲点最短。

株1S、陆18S夏播的株高为85～90厘米，春播的株高为75～80厘米，陆18S的株高比株1S高4～5厘米。株1S的叶鞘、稃尖、柱头无色，陆18S为紫红色。两个不育系具有相似的株、叶、穗、粒型，在秧苗期叶片较长而披；倒2叶和倒3叶长40～50厘米，宽1.2～1.3厘米，剑叶较短，长15～20厘米，宽1.7～1.8厘米。上3片叶片挺直，叶色较深，株型紧散适中。穗长19～20厘米，穗平总颖花数90～120粒，不同播期之间变幅大。谷粒长粒形，长宽比为3.2，千粒重29克左右。在不育期抽穗卡颈较轻，穗粒外露率75%～80%。

1.2　育性表现

连续2年4个不同生态点的育性观察结果（表8-1）表明，株1S、陆18S从6月下旬抽穗开花即进入不育期，一直至9月底10月初，不育历期在90天以上。在整个不育期内，不育性稳定，花粉败育彻底。花粉败育类型为无花粉型与典败型。

株1S、陆18S育性转换的临界温度较低，对1996—1997年2年4个生态点逐日的育性观察结果与2年内低温出现的时段、强度对应分析，结果（表8-2）表明，在自然温光条件下，在敏感期（幼穗分化Ⅲ～Ⅵ期或开花前10～20天）内不出现连续4天以上日平均气温低于23.0℃天气，两个不育系均表现完全不育。对照人工气候室的鉴定结果，认为株1S的育性转换临界温度值在23.0℃以下，陆18S的育性转换临界温度值在23.5℃以下。因此，

这两个不育系在湖南进行杂交制种可选择的地域与季节比较宽。

表 8-1　株 1S、陆 18S 在不同生态点的育性表现

生态点	年份	株 1S		陆 18S	
		不育期（月/日）	历期（天）	不育期（月/日）	历期（天）
株洲	1996	06/22～10/04	104	06/22～10/06	106
	1997	06/13～10/06	115	06/15～10/08	115
安江	1996	06/23～09/28	98	06/28～10/14	109
	1997	07/02～09/30	91	07/04～10/06	96
郴州	1996	06/21～10/04	106	06/27～10/02	98
	1997	06/23～09/30	100	06/23～09/30	100
贺家山	1996	07/01～10/17	109	07/02～10/14	104
	1997	06/24～10/04	103	07/05～10/06	93

表 8-2　株 1S 和陆 18S 遇低温后的育性表现

不育系	生态点	年份	低温时段（月/日）	天数	日均温均值(℃)	日最低温均值(℃)	开花时段（月/日）	黑染花粉率(%)
陆 18S	株洲	1997	06/09～06/14	6	22.62	18.2	06/19～07/14	0
		1998	05/22～05/27	6	22.55	18.6	06/09～06/19	0.1
	安江	1997	06/08～06/15	8	22.0	18.8	06/28～07/08	0.1
	贺家山	1996	08/28～08/31	4	23.0	20.4	09/07～09/20	0
		1997	06/8～06/14	7	23.0	19.97	06/29～07/14	1.2～10.0
	郴州	1997	06/08～06/14	7	21.8	18.3	06/23～07/05	0
株 1S	株洲	1997	06/09～06/14	6	22.62	18.2	06/15～07/14	0
		1998	05/22～05/27	6	22.55	18.6	06/06～06/17	0.05
	安江	1997	06/08～06/15	8	22.0	18.8	06/28～07/18	0.46
	贺家山	1996	08/28～08/31	4	23.0	20.4	09/07～09/20	0
		1997	06/8～06/14	7	23.0	19.97	06/24～07/05	0
	郴州	1997	06/08～06/14	7	21.8	18.3	06/23～07/05	0

1.3 异交特性

1.3.1 柱头外露率与柱头活力 株 1S、陆 18S 均具有较高的柱头外露率，1998 年 8 月在株洲调查，喷施“九二〇”后，株 1S 的柱头外露率为 75.6%，其中双边外露率为 31.4%；陆 18S 的柱头外露率为 73.8%，其中双边外露率为 26.5%。两个不育系的开花习性好，绝大部分颖花均能正常张颖开花，闭颖率低（株 1S 为 3.2%，陆 18S 为 4.0%）。

柱头活力的测定，是在两个不育系与同一父本制种的盛花始期；各选取正在大量开花的 40～50 个稻穗，于早上父本开花前剪去已开花的母本颖花后马上套袋，同日 17 时后取掉套袋，再剪去未开花的颖花与开花后柱头未外露的颖花，留下当天开花且柱头外露的颖花，继续套袋。从第二天起，每天取掉 5 个穗的套袋，让其充分授粉，直至第八天止。分别在 15 天后考查结实率，结果看出，株 1S 的柱头活力比陆 18S 强。株 1S 在开花后第二天柱头外露颖花的结实率高达 80%，陆 18S 只有 46.8%，第三天两个不育系的柱头活力下降很快，结实率分别为 32.3%、22.9%，但株 1S 可以维持 30%左右的结实率至第六天，甚至到第八天还有 2.0%的结实率，陆 18S 第四天的结实率已很低，第六天后结实率为 0（表 8-3）。

表 8-3　株 1S 和陆 18S 开花后各天的异交结实率

（株洲，1998）

系名	性状	第二天	第三天	第四天	第五天	第六天	第七天	第八天
株 1S	颖花数	45	65	71		98	43	50
	实粒数	36	21	22		29	1	1
	结实率（%）	80.0	32.3	31.0		29.6	2.3	2.0
陆 18S	颖花数	47	74	47	51	34	58	50
	实粒数	22	17	3	4	0	0	0
	结实率（%）	46.8	22.9	6.3	7.8	0	0	0

1.3.2 花时习性 花时观察表明，株1S、陆18S从8～18时均可以开花，但开花主要集中在9时以前，花时相对较早。据贺家山点观察，9时以前的累计开花率，株1S为56.85%，陆18S为64.79%。在9～13时的累计开花率，株1S为29.97%，陆18S为24.5%，午后开花少。不育系开花张颖时间一般60～90分钟，所以这两个不育系制种时与父本存在另一类型的花时不遇问题，即母本花时早，与父本花时不遇。

1.4 对“九二〇”的敏感性

株1S、陆18S植株偏高，低位节间较长，倒4节间一般为7～9厘米，且有部分穗倒5节间也有伸长，倒3节间为15～16厘米，因此抗倒伏能力较差。在不育期间抽穗卡颈，包颈粒率一般在20%以上，制种必须喷施“九二〇”来提高穗粒外露率，解除卡颈，改善异交态势。

在株洲8月上旬的完全不育期，对株1S、陆18S进行了“九二〇”敏感性试验，在不育系群体抽穗10%左右时每公顷用“九二〇”180克，分2次在2天内喷施，10天后考种表明，株1S和陆18S对“九二〇”的敏感性表现比较一致，均相当敏感。株高增高1/3，均达到110厘米以上，倒2节间伸长十分显著，伸长达到100%；但穗颈节间的伸长并不同步，仅伸长20.4%和27.4%，未能完全解除卡颈，穗粒外露率分别为87.8%和86.5%，且全外露率仅25%和23%（表8-4）。

表8-4 喷施“九二〇”的效果分析

不育系	处理	株高		倒3节间		倒2节间		穗颈节间		穗粒外露率（%）	全外露穗率（%）	剑叶展开角度（%）
		高度（厘米）	增高（%）	长（厘米）	伸长（%）	长（厘米）	伸长（%）	长（厘米）	伸长（%）			
株1S	CK	83.8		16.5		15.6		18.6		76.2	0	44
	处理	111.0	33.4	20.1	21.8	30.9	98.1	22.4	20.4	87.8	25.0	51

（续）

不育系	处理	株高		倒 3 节间		倒 2 节间		穗颈节间		穗粒外露率	全外露穗率	剑叶展开角度
		高度（厘米）	增高（%）	长（厘米）	伸长（%）	长（厘米）	伸长（%）	长（厘米）	伸长（%）	（%）	（%）	（%
陆 18S	CK	83.8		15.0		14.2		17.9		79.1	0	43
	处理	113.0	35.2	20.7	38.0	31.1	119	22.8	27.4	86.5	23.0	4

制种时要基本上解除卡颈，使穗粒外露率达 95%以上，穗颈节间要求伸长 40%以上。这两个不育系对“九二〇”的反应特性与一般不育系具有差异，“九二〇”喷施技术还有待进一步研究。

（摘自《杂交水稻》2003 年第 2 期）

2　两系杂交早稻新组合株两优 819 高产制种技术

单彭义　谢建华　杨远柱　符辰建　汤建良
（湖南亚华种业科学院，湖南长沙，410116）

株两优 819 是湖南亚华种业科学院用自育的早籼新品系华 819 与株洲市农科所选育的两系不育系株 1S 配组而成的两系杂交早稻新组合。该组合熟期早，高产稳产，抗逆性强，米质较优，适应性广，2005 年 2 月该组合通过湖南省品种审定。2004 年在湖南省新田县对该组合制种 2.3 公顷，平均单产 2.81 吨/公顷，最高单产 3.76 吨/公顷。

2.1　亲本特征特性

株 1S 对育性转换起点温度低于 23.5℃，在湖南不育历期 90 天左右，不育期内不育株率、花粉不育度均为 100%。亲和性较

广，配合力较强。异交特性好，花时早，午前花率和柱头外露率均在70%以上，一般异交结实率50%左右，制种易获高产。在湖南春播播始历期78～85天，夏播为53～65天，主茎叶片数11～13叶。米质较好，抗稻瘟病和白叶枯病，苗期抗寒性强，稻粒黑粉病发生轻。

父本华819作早稻栽培全生育期108天左右，感温性较弱，基本营养生长期稳定。在湖南夏季播种，播始历期51～53天，主茎总叶片数11叶左右，株高80厘米，茎秆中粗，韧性好，耐肥抗倒力强。分蘖力强，穗型中等，每穗颖花数120个左右，结实率85%左右，千粒重23克，米质优。开花习性好，抽穗历期6～7天，单穗花期4～5天，花时较集中。每天9时左右始花，10～11：30为开花高峰期。花药发达，花粉量较足，散粉率高。经鉴定，叶瘟3级，穗瘟3级，苗期耐寒性好。

2.2 制种技术要点

2.2.1 亲本播期安排 株1S育性转换期要求日平均气温稳定在24℃以上，抽穗扬花期日平均温度在30℃为宜。根据亲本的特征特性和新田县的气候规律，兼顾当地的种植习惯，笔者采取前作种植烤烟搭配株两优819早秋制的模式。避开光照不足及灌溉水温偏低的区域，选择在7月10日前烟叶收割完毕且土质较好的烤烟田作制种田。确定母本株1S于6月22日播种，8月1日至8月20日为育性转换敏感期，8月23日至9月5日抽穗开花，既能确保母本育性转换彻底和扬花授粉期天气良好，又能错开当地的晚稻花期。父本华819分2期播种，第一期6月28日播种，第二期7月1日播种。结果母本和第一期父本8月23日始穗，第二期父本8月25日始穗。第一期父本偏早，第二期父本与母本花期相遇良好。

2.2.2 培育父母本多蘖壮秧 每公顷制种田母本用种量45千克，父本用种量30千克（第一期父本10千克，第二期父

本 20 千克）。用强氯精浸种消毒，间隙浸种催芽。播种时按每千克种子拌 2 克多效唑、0.2 克蚜虱净充分拌匀，均匀播种。秧田播种量为 225 千克/公顷，按秧田与大田 1∶4 的比例留足秧田。播种前 5～7 天，每公顷秧田施猪栏粪 15 吨作基肥，播种时每公顷施制种专用肥 450 千克作底肥，1 叶 1 心时抽密补稀并施尿素 75 千克/公顷。在整个秧苗生长阶段除注意病虫防治外，要特别注意在移栽前 1～3 天喷药，使秧苗清秀无病虫，插后返青快。

2.2.3　适龄移栽，插足基本苗　由于株两优 819 的父母本生育期均较短，应坚持“靠插不靠发”的原则。父母本叶龄 4.5 叶左右时，先移栽母本，后移栽父本，父母本行比为 2∶12。母本插植规格为 13.3 厘米×13.3 厘米，每穴插 2～3 粒谷秧，每公顷插足基本苗 180 万以上。父母本间距 18 厘米，父本起垄栽培，插植规格为 30.0 厘米×13.3 厘米，第一、二期父本按 1∶2 相间移栽，每穴插 3～4 粒谷秧，每公顷插足 30 万基本苗。

2.2.4　肥水管理　施肥上坚持基肥足、追肥早的原则。犁田时施猪牛栏肥 15 千克/公顷作基肥，移栽时施 25%制种专用肥 600 千克/公顷作底肥，移栽后 5～7 天每公顷施尿素 187.5 千克加氯化钾 112.5 千克作追肥。对父本偏施 2 次追肥，在父本返青后深施追肥，每公顷施碳铵 112.5 千克、过磷酸钙 75 千克，父本移栽后 10～12 天再深施球肥（每公顷用复合肥 75 千克加尿素 37.5 千克，拌土 600 千克做成球肥），促父本早发并增加后劲。母本幼穗分化期不对施氮肥，以免延长母本生育期，控制母本育性敏感期遇低温的风险。管水方法是深水返青，薄水分蘖，够苗（母本平均每蔸 12 苗）晒田，喷施“九二〇”与开花授粉期灌深水，灌浆期以湿润为主，保持根系活力，忌落水过早，以防早衰。

2.2.5　施用“九二〇”与人工赶粉　由于母本株 1S 对“九二〇”反应较敏感，在幼穗分化前期对母本单独喷施多效

唑1.8千克/公顷，以控制株1S基部节间伸长，降低株高。“九二〇”总用量应控制在180克/公顷以内，在母本抽穗40%～50%时始喷，第一次45克/公顷，第二次75克/公顷，2次均对父母本同喷，喷完后再用60克/公顷单喷父本1次，使母本抽穗不卡颈，提高父本花位，父本比母本高5厘米左右的理想授粉态势。母本的花时与父本同步或略早，赶粉时坚持“见父盛花即赶粉”的原则，每天用竹竿赶粉3～4次，连续赶粉8～10天。

2.2.6 加强病虫害防治 坚持以防为主的原则。种子用强氯精消毒，秧苗期重点防治稻秆小潜蝇和稻蓟马等虫害，大田主要防治纹枯病、二化螟、稻飞虱和稻纵卷叶螟，后期重点抓好稻粒黑粉病和稻椿象的防治。

2.2.7 严格去杂，保证种子纯度 为确保种子纯度，首先要把好亲本种子纯度关，要选用纯度在99.9%以上的父本种子，纯度在99.5%以上的母本种子。尽早处理制种隔离问题，严防生物学混杂。喷施“九二〇”前后根据株1S株、叶、穗、粒性状及时除杂，重点注意除去不育系群体中的高温敏株和混杂可育株。

由于株1S在田间易产生穗萌现象，制种田在赶花结束后15天左右必须及时收割、干燥。收割时要先割除父本株，严防机械和人为混杂，确保种子纯度。

（摘自《杂交水稻》2006年第4期）

3 两系杂交早稻新组合陆两优996高产制种技术

周少川　何　文　谭春平

（湖南金色农华种业科技有限公司，湖南长沙，410001）

陆两优996是湖南农业大学用自选父本996与陆18S配组的

两系杂交早稻组合。2005 年通过湖南省品种审定，并被评为湖南省超级杂交水稻组合。2005 年在湖南芷江县罗旧镇制种 15 公顷，平均产量 3.57 吨/公顷，高产田块达 4.65 吨/公顷。

3.1　亲本特征特性

3.1.1　陆 18S　陆 18S 的育性转换临界温度低于 23.5℃。株高 80～85 厘米，株型紧散适中，剑叶较短，长 15～20 厘米，宽 1.7～1.8 厘米，叶鞘、稃尖、柱头为紫红色，分蘖力强。穗长 19～20 厘米，平均每穗总粒数 107 粒，谷粒长宽比 3.2，千粒重 28 克。开花习性好，花时早而集中，午前花率达 80%以上，花期 8～9 天，对"九二〇"反应敏感。2005 年在怀化 5 月下旬播种，播始历期 60 天，在邵阳 6 月上旬播种，播始历期 65 天，主茎叶片数 13 叶左右。

3.1.2　父本 996　父本 996 株型紧散适中，全生育期短，分蘖力弱，对肥水敏感，恢复力强，配合力好，花粉量大，花期 7～8 天，抗高温能力强。2003 年陆两优 996 制种抽穗扬花期间，遇短时田间 41.3℃高温，但制种母本的异交结实率和父本的结实率仍分别达到 52.6%和 84.5%。2005 年在怀化 5 月下旬播种，播始历期 54 天；在邵阳 6 月上旬播种，播始历期 58 天，主茎叶片数 12 叶左右。

3.2　高产制种技术

3.2.1　选择适宜制种基地，确保"三期"安全　芷江罗旧镇海拔 300 米，温度适宜，阳光充足，地势平坦，排灌方便，沙壤土，土壤肥沃，无冷浸水，是良好的制种基地。两系制种母本育性转换敏感期的保险温度应高于 24℃，且日最低温度要在 21℃以上。根据对芷江县历年气象资料的综合分析，本组合制种将育性敏感期安排在 7 月 5～20 日，芷江县近 20 年来该时段内出现连续 3 天日均气温低于 24℃的记录为 0，制种安全，风险较

小；抽穗扬花期安排在7月底8月初，这时段内日均气温为26～29℃，相对湿度在75%～85%，有利于保持柱头活力，提高结实率夺高产；收割期要避开该地区8月立秋前后规律性的倒秋雨，安排在8月下旬，该时段内天气晴朗，雨水少，收割的种子色泽好，饱满金黄，保证了外观和商品质量。

3.2.2 合理安排播差期 根据父母本的生育特性，陆两优996制种安排1期父本。母本5月28日播种，父本6月5日播种，时差为倒播8天，叶差2.1叶，母本7月28日始穗，7月30日进入盛花期，播始历期61天，父本7月30日始穗，播始历期55天，花期相遇良好。

3.2.3 主攻父本苗架 该组合由于父母本播差期“倒挂”，在制种过程中易形成母强父弱，父本有效穗和颖花数减少、花粉量不足而影响制种产量。因此，要强攻父本，使父本每公顷有效穗达到100万，总颖花数1.2亿朵，父母本颖花比1∶2.5～3.0。

（1）加大父本用种量，稀播育壮秧。父本用种量不少于22千克/公顷，1叶1心时喷施多效唑750克/公顷，移栽前5～6天追施尿素60千克/公顷作送嫁肥，带肥带药移栽，壮苗增蘖促根，促发低位分蘖。

（2）起垄带泥移栽，加大父母本间距。父母本行比为2∶12，父本株行距16.7厘米×23.3厘米，父本靠插不靠发，每穴插4～6粒谷秧，父本与母本间隔20厘米，以免母本遮盖父本阻碍其生长。将父本行扶泥起垄高5厘米，父本秧龄15天时带泥移栽至垄上。当母本足苗晒田时，父本过道厢沟中能有浅水，可以控母促父，使父母本生长发育协调。

（3）偏施父本肥料。除了底肥和对父母本的共同追肥外，在父本移栽后4～5天，按照1.2∶1.4∶1.0的比例每公顷用尿素60千克、磷肥70千克、钾肥50千克拌土做成球肥或用制种专用肥112千克深施于父本行间，促进父本早生快发，增强后劲。

3.2.4 插足母本基本苗 母本采用湿润育秧，大田用种量45吨/公顷，用强氯精浸种消毒，稀播匀播，母本1叶1心时喷施15%多效唑750克/公顷。由于母本生育期短，坚持靠插不靠发，以蘖带苗，以蔸增苗，争取多发低位分蘖成大穗。母本秧龄15天左右、叶龄4叶时开始移栽，先栽母本后栽父本，母本插植密度为13.3厘米×13.3厘米或13.3厘米×16.7厘米，每穴插2～3粒谷秧，使母本每公顷插足基本苗150万，达到有效穗300万以上。

3.2.5 肥水管理 母本采用一次性施肥法，施足基肥，犁田时每公顷施猪牛栏肥15吨和碳酸氢铵600千克、磷肥600千克、钾肥225千克作基肥。母本移栽5～7天后每公顷追施尿素115千克、钾肥100千克，促进父母本平衡生长。后期防止氮肥施用过多造成无效分蘖增多、叶片披垂、叶色浓绿、群体结构恶化、病虫害加剧而倒伏。

水分管理上做到经常露田浅灌轻晒田，保持根系活力，防止贪青倒伏。管水方法是寸水返青，浅水分蘖，够苗（母本平均每穴12苗）晒田，有水孕穗，深水抽穗扬花，灌浆期以湿润为主，干湿交替，切忌断水过早，以防早衰。父本对水分敏感，田间长期缺水会使父本生育期延长。

3.2.6 及时预测花期 根据父母本的开花习性，为了提高父本花粉的利用率，陆两优996制种的理想花遇标准是母本比父本早2天始穗。从母本栽后15天开始，根据父母本的长势长相、出叶速度、幼穗分化历期，采用叶龄余数法、双龄叶法、伸长叶枕距法、幼穗剥检法等方法预测双亲的发育进度，并采取相应的措施进行调节。花期调节以促为主，促控结合，调花要早、准。陆两996花期预测的标准为在幼穗分化Ⅲ～Ⅵ期，母本比父本快1期，即母本比父本早3天进入幼穗分化为宜。如前期父母本同期或父本早于母本进入幼穗分化，则要综合运用肥水调节、栽培法调节、激素调节、植伤调节等措施进行调节。

3.2.7 适时适量喷施"九二〇" 陆18S对"九二〇"敏感，"九二〇"总用量为180～210克/公顷，用量多少与气温高低、苗架旺弱、始喷见穗指标大小、花期相遇程度有关。采用"前轻、中重、后补"的方法，当母本抽穗30%时喷施第一次，用量为60克/公顷，单喷母本；隔天喷第二次，用量为90～115克/公顷，父母本同喷；第二次喷完后再于同一天用45克/公顷单喷父本1次，以提高父本花位，形成父本比母本高5厘米左右的授粉态势。抓住父本散粉高峰期，每天用竹竿赶粉3～4次，提高异交结实率。

3.2.8 加强病虫害防治 预防为主，综合防治。根据植保部门的测报及时防治稻蓟马、钻心虫、稻飞虱、纹枯病、稻瘟病等病虫害。重点防治稻粒黑粉病，于母本始穗期和齐穗期用爱苗或克黑净、粉锈宁在下午各喷1次。

3.2.9 防杂保纯 一是抓好隔离，保证空间隔离100米以上，时间隔离20天以上；二是实行专业队伍除杂和农户自行除杂相结合；三是全生育期除杂，从苗期开始除掉异形株，特别是喷"九二〇"前后根据株叶形态、叶色、粒形等性状及时除杂，重点是变异株、混杂可育株、高温敏株等，使田间含杂率控制在0.1%以下；四是母本育性敏感期间记录好气温、水温情况，做好母本花粉育性镜检，隔离栽培，考查自交结实情况。

3.2.10 防止穗萌 一是抓好后期管理防倒伏，降低穗层湿度，减轻种子穗萌，采用干湿交替灌溉，合理施肥，抽穗前叶片自然落黄，以利后期青秆黄熟；二是赶粉结束后7天左右喷施穗萌抑制剂1次；三是及时抢晴收割，在种子80%成熟时开始收割，先割父本后割母本，以利田间通风透气；四是及时翻晒，遇雨抢收的种子要及时摊开晾干，防止堆沤发热。

（摘自《杂交水稻》2006年第5期）

4 超级杂交稻丰源优299超高产优质制种技术

何菊英[1] 肖为一[2] 曾孝春[2] 刘爱民[2] 彭 伟[2] 陈星霏[2]
(1. 袁隆平农业高科技股份有限公司，湖南 长沙；
2. 湖南隆平种业有限公司，湖南 长沙，410125)

丰源优299（丰源A/湘恢299）是湖南杂交水稻研究中心选育的三系杂交晚籼中熟组合，2004年2月通过了湖南省农作物品种审定委员会审定，2005年被农业部认定为超级杂交稻。该组合从2003年开始试制种，通过连续4年制种技术研究与实践，已形成了成熟的超高产优质制种技术，制种产量与质量大幅提高，2007年丰源优299在湖南绥宁基地制种面积为123.7公顷，平均产量4.26吨/公顷，高产片4.73吨/公顷，达到了3.75吨/公顷以上的超高产制种水平（表8-5）。

表8-5 2003—2007年丰源优299制种产量与质量

年份	基地	制种面积（公顷）	平均单产（吨/公顷）	最高单产（吨/公顷）	裂颖率变幅（%）	发芽率变幅（%）	平均发芽率（%）	始穗至成熟期日平均气温（℃）
2003	绥宁李西	12.0	3.5	4.2	10～15	88～92	92.4	27.4
2004	绥宁李西	38.2	2.3	3.3	25～30	79～91	82.8	25.7
2005	绥宁瓦屋	114.7	3.56	4.5	8～20	80～92	86.8	27.8
2007	绥宁瓦屋	79.1	4.26	4.53	4～10	85～96	91.3	28.0
2007	绥宁李西	44.6	4.28	4.73	4～14	82～95	88.9	28.2

4.1 亲本的主要特征特性

丰源A属三系早籼野败型不育系，在绥宁海拔450米左右

的制种基地，4 月 5 日至 7 月 5 日分期播种观察，播始历期为 58～85 天，比 T98A 长 1～3 天，主茎叶片数 10～13 叶，不同年份 5 月份播种的播始历期为 65～70 天，主茎叶片数 11～13 叶，播始历期年度间变幅为 4 天，生育期较稳定，感温性一般。株高 73 厘米，株型集散适中，叶片细长扭卷，单株分蘖 15～18 个，有效穗 8～10 个，穗平总粒数为 105 粒左右，开花习性好，柱头外露率约 65%，单边外露率 45%；正常天气和制种花期相遇好的情况下异交结实率可达 60%以上，对“九二〇”敏感性一般。多年制种观察丰源 A 制种种子易产生裂颖，表 8-5 可知在 2004 年花期遇低温阴雨时精选入库的种子裂颖率高达 25%～30%，种子发芽率较低，2007 年制种遇 7、8 份高温干旱，种子裂颖少，发芽率高，说明丰源 A 制种适宜在高温天气开花授粉和灌浆结实；多年制种实践观察发现，中后期氮肥偏多贪青的制种田和浅沙性田的种子裂颖率高。

湘恢 299 在绥宁海拔 450 米左右的制种基地，4 月 5 日至 6 月 15 日分期播种观察，播始历期为 74～101 天，主茎叶片数 14～16 叶，不同年份 4 月上旬播种的播始历期为 92～101 天，主茎叶片数 15～16 叶，播始历期年度间变幅为 9 天，说明生育期感温性强。株高 97 厘米，株型紧凑，茎秆粗壮抗倒，叶片宽而长，单株分蘖最高苗数 23 个，成穗 15 个，穗大粒多，一般肥力水平，每穗平均总粒数为 130 粒左右，抽穗开花速度快，开花历期短。在父本幼穗分化 2～3 期时补施壮苞肥，穗平总粒数为 150 粒以上，单穗开花历期为 5～6 天，单穗 200 粒以上时，开花历期可达 7～8 天，对“九二〇”反应敏感。

4.2 超高产优质制种技术

4.2.1 制种基地选择和季节安排 从表 8-5 可知，丰源 A 制种适宜在日平均温度 28℃左右的高温天气开花授粉和结实，同时选择深泥田、土壤黏性重的田制种，避开浅沙田，可以减少

种子裂颖，提高种子品质和产量。因此，超高产制种的抽穗开花授粉期和灌浆期选择的原则为不避高温避阴雨。根据湖南绥宁基地历年的气象资料分析，在 7 月中、下旬至 8 月上旬旬平均气温分别为 26～27℃、27～28℃、27～28℃，且 7 月中旬至 8 月下旬历年气温高雨量少，此期是丰源 A 制种的最佳抽穗开花授粉灌浆期。

4.2.2　父母本播差期的确定　根据丰源 A 抽穗欠整齐、抽穗开花历期长，而湘恢 299 抽穗开花速度快、花期短的特性，确定父母本理想花期相遇标准为母本宁早勿迟，以母本比父本偏早 2～3 天始穗为最理想花期。父母本在绥宁基地的生育期确定：父本始穗期在 7 月 18～20 日，母本在 7 月 16～18 日，1 期父本 4 月 10 日播种、2 期父本 4 月 18 日播种，母本播种期在 5 月 12 日左右，时差约 32 天，叶差 6.5～7.0 叶。

4.2.3　花期预测与调节　丰源 A 与湘恢 299 生育期的感温性差异大，绥宁基地在 4、5 月份易出现异常低温或高温天气，有时 4 月份高温后 5 月份出现异常低温，有时 4 月异常低温后 5 月份出现异常高温，因父本的生育期感温性强，而导致父本生育期发生变化。因此在定点、定时做好亲本叶龄观察记载，准确掌握父母本的苗期生长发育动态的基础上，必须在母本浸种前和母本移栽前进行两次花期预测分析，母本浸种前主要分析父本的叶龄、叶速、秧苗素质等，如有异常及时调整母本播种期，母本移栽前主要分析父母本叶龄差、母本秧苗素质和出叶速度等，如有异常及时调整有关栽培技术指标（如密度、基本苗、隔夜秧、迟施肥等）。

要达到父母本理想花期相遇，父母本幼穗分化发育的对应标准是：母本比父本早 3 天左右进入幼穗分化，若父母本同时进入或父本早于母本进入幼穗分化，则必须立即对父本重施以氮肥为主的调花肥。如 2007 年有部分制种田父本 6 月 15 日开始幼穗分化，而母本 6 月 18 日开始，对父本在 6 月 19～20 日每公顷追施 80 千克尿素＋45 千克钾肥，结果尽管父本早 1～2 天，但延长了

父本开花期，保证了母本的花粉供应。未施肥的田块，父本一般早 3 天以上，且父本抽穗整齐、开花期短，不能保证母本尾花期的花粉供应，制种产量仅 2.25 吨/公顷，只有高产田的50%。

4.2.4 高产制种群体培管技术

(1) 高产制种群体构成。对制种产量达到 4.0 吨/公顷以上的田块进行测产考种，父母本群体构成是：父母本行比 1∶12，父本栽插密度 20 厘米×28 厘米，母本栽插密度 14 厘米×16 厘米，厢宽 200 厘米；母本有效穗约 310 万/公顷，穗平总粒数 105 粒左右，结实率达 50%以上，千粒重 27 克；父本有效穗 70 万/公顷，穗平总颖花数约 150 粒，父母本颖花比 1∶3。

(2) 培育壮秧。父本采用两段育秧，培育整齐多蘖壮秧，父本用种量 7.5～9.0 千克/公顷，分 2 期播种，父本秧苗寄插田与制种大田面积比例为 1∶10，父本先旱育小苗，2.5 叶寄插，寄插密度 10 厘米×10 厘米，每穴 2 粒谷秧，每期寄插 2.25 万蔸/公顷，父本 8.5 叶左右移栽。母本采用湿润水育秧，培育分蘖壮秧，母本用种 38 千克/公顷，母本秧田与大田面积比为 1∶4～5，母本 5 叶左右移栽，移栽时秧苗单株带蘖 1～2 个，每穴栽 4～5 个基本苗。父母本秧田在播种前施足底肥，及时追肥，防治好病虫害。

(3) 施肥与病虫防治。制种大田在母本移栽前施足底肥（约 15 吨/公顷腐熟的人畜粪，25%的制种专用复合肥 600 千克/公顷），父本移栽后根据花期早期预测结果确定是否施肥。在母本移栽后 3～5 天对父本偏施深施肥（每公顷尿素 6 千克＋钾肥 3 千克，最好与细泥土做成球肥深施），母本移栽后 7～8 天全田追施肥（每公顷施尿素 120～150 千克＋钾肥 120 千克），母本晒田结束复水后到幼穗分化Ⅵ期，追施钾肥 150～180 千克/公顷，看叶色、看田补施氮肥。控制母本中后期氮肥施用量，当母本最高苗达到 380 万/公顷（每穴苗数约 10 个）时及时晒田控苗，防止母本繁茂贪青，减少种子裂颖。加强防病治虫，秧苗期防治稻秆潜叶蝇等虫害，中后期注重防治叶瘟、穗颈瘟、纹枯病、黑粉

病，以及二化螟、卷叶螟、稻飞虱等虫害。

4.2.5　适时适量喷施“九二〇”　根据丰源 A 抽穗欠整齐、对“九二〇”敏感性一般，湘恢 299 对“九二〇”敏感的特点，在确保母本解除包颈的前提下，力争喷施“九二〇”后达到母本穗层整齐，父本穗层比母本高约 20 厘米，母本穗颈抽出0～3 厘米的最佳授粉态势。“九二〇”的喷施方法：在母本见穗 8%～10%时，每公顷用“喜丰收”（原名“调花宝”）90 克＋“九二〇”180 克＋爱苗 45 包，单喷母本；在母本见穗 15%～20%时，父母本同喷“九二〇”450 克/公顷加防治稻瘟瘟病药剂。母本齐穗后再喷施“九二〇”养花 2～3 次，每次 60 克/公顷。提高“九二〇”的喷施效果须坚持四看：看田、看苗、看花期、看天气，采取不同方法喷施。授粉结束时用“爱苗”45 包/公顷加“富士 1 号”同步防治黑粉病和穗颈稻瘟病。

4.2.6　除杂除劣与田间花检　除杂除劣须从秧田抓起，在分蘖期、抽穗前后除掉异型株和保持系，在齐穗后，彻底清除保持系和迟熟杂株，及时搞好 2 次田间鉴定，即齐穗期第一次鉴定，要求保持系等早熟杂株率控制在 0.05%左右，乳熟期第二次鉴定，迟熟杂株率控制在 0.05%，总杂株株率不超过 0.1%。

4.2.7　适时收割与干燥　种子成熟度达 80%时开始抢晴天收割，收割脱粒好的种子要及时摊开翻晒，晒至 13%以下时方可贮藏，以免影响种子发芽率。

（摘自《杂交水稻》2008 年第 3 期）

5　T 优 300 稳产高产优质制种技术

易振华　刘爱民　彭　伟　龙景明　葛邦禹
（湖南隆平种业有限公司；湖南　长沙，410125）

T 优 300 是湖南杂交水稻研究中心用三系优质不育系 T98A

与R300配组的籼型迟熟中晚籼组合。2005年通过湖南省审定，并通过重庆市、贵州省认定。为加速该组合的推广，2004年在绥宁武阳基地试制，2005、2006年分别制种60公顷和70公顷，3年制种单产3.5～3.7吨/公顷，最高单产达4.5吨/公顷。通过3年的大面积制种技术探索，对T98A和R300的特征特性有了全面的认识，并制定稳产中求高产技术路线和提高种子质量的技术措施。

5.1 亲本的特征特性

T98A株高68～70厘米，株型较紧凑，苗期前期叶片略披，后3叶挺直，叶鞘、叶舌、稃尖、柱头均无色；单株最高苗数10～12个，单株有效穗6～9个，分蘖成穗力一般，成穗率较高，穗长21厘米，穗平总粒数115～135粒，千粒重24～25克。在绥宁武阳基地（海拔430米左右）4月5日至6月25日播种，播始历期为57～83天，主茎叶片数为10～13叶。在5月30日前后播种播始历期58～60天，主茎总叶片11.3叶。T98A柱头总外露率80%以上，双边外露率50%，花时早，午前花率75%以上，异交结实能力高。对高产制种田取样考种，平均结实率为62.7%，单穗最高结实率达87.7%。T98A对肥水敏感且不耐肥，高氮素肥力下叶片明显变长、增宽，叶色深易倒伏；但氮素肥料偏低时，穗总粒数减少20%～30%，冠层叶片短窄。T98A对“九二〇”反应敏感，在见穗10%喷施“九二〇”150克/公顷后穗颈节伸长43.9%，倒二节伸长128%、倒三节伸长218%，株高增高77.2%，达106厘米，易倒伏。抽穗开花期温度过高（日平均温≥30℃）或阴雨低温时，结实率显著下降，裂颖率增加，裂颖率高时达到30%以上；中抗稻温病，感黑粉病。

父本R300在绥宁武阳4月上旬播种，播种历期107天左右，主茎叶片16叶左右。农艺性状优良，株型松散适中，分蘖力强，成穗率一般，穗大花粉量大，抽穗历期长，开花历期长达

15 天，较抗稻瘟病。

5.2 主要制种技术措施

T 优 300 制种产量达 3.5～3.7 吨/公顷的母本穗粒结构为：母本有效穗 250 万～270 万穗/公顷，穗平总粒数 120 粒，总颖花数 30 000 万粒/公顷以上，结实率 55%～60%，千粒重23 克。父本穗粒构成为：有效穗 70 万/公顷，每穗颖花数 150 粒，总颖花数 11 000 万/公顷。父母本颖花比为 1∶3。

5.2.1 合理安排播差与花期 在绥宁夏制抽穗扬花安全期宜安排在 7 月下旬至 8 月上旬，该段时间基地日平均气温 25～30℃，相对湿度 80%～85%，无连续 3 天以上阴雨天气，有利于抽穗扬花授粉。安排父本第一期 4 月 10 日播种，第二期 4 月 17 日播种，5 月 20 日左右移栽；母本 T98A 6 月 1 日左右播种，6 月 17～19 日移栽。父母本播种时差 52 天，叶差 9 叶。该组合理想花期相遇的标准是父本比母本提早 5 天开始幼穗分化（即父本幼穗Ⅱ期时母本开始幼穗分化），父本早母本 2～3 天始穗。

5.2.2 培育壮秧，合理密植 父本采用两段育秧，培育整齐一致的多蘖秧苗，大田每穴栽 10～12 苗，大田插发并举。母本采用湿润育秧，5 月 30 日前后播种营养生长期短，有效分蘖少，因而需增加用种量（45.0～52.5 千克/公顷）。培育分蘖壮秧，大田靠插不靠发，穴插 5～6 苗，父母本行比1∶12～14，厢宽 200～230 厘米，母本插植密度 14 厘米×14 厘米，父母本行间距 27～30 厘米，父本株距 20～23 厘米。

5.2.3 肥水管理 根据母本分蘖力一般，成穗率较高，对"九二〇"反应敏感、不耐肥抗倒伏的特性，围绕稳产培养稳健苗架为目标，控制氮素肥料总量在 120～150 千克/公顷，适当提高磷、钾用量，N、P_2O_5、K_2O 比例为 1∶0.5∶1.2；氮肥采取重底、中控、后补的施肥方法，及时晒田控苗，控制冠层叶片长度；幼穗分化Ⅴ～Ⅵ期施用钾肥约 90 千克/公顷，看苗架和叶色

补施适量氮肥。父本 R300 耐肥抗倒，分蘖力强，培育健旺苗架。父本插后 3～4 天每公顷单独追肥尿素 75 千克、钾肥 37.5 千克，栽后 7～10 天偏施深施 25%的复合肥 100 千克/公顷。

5.2.4 适时适量喷施“九二〇” T98A 对“九二〇”反应敏感，始穗期喷施时，倒 3 节、倒 2 节伸长过长，易造成倒伏。所以喷施“九二〇”的技术指标应建立在防止倒伏的前提下，“九二〇”的施用宜轻宜迟，确定母本始喷“九二〇”的抽穗指标为 30%～40%，总用量 120～150 克/公顷，分 2 次喷施。建立起株高在 90 厘米左右，包颈长在 0～－5 厘米，穗粒基本全外露，穗顶至叶顶的垂直距离（穗叶顶距）－5 厘米以上，抗倒伏力比较强的母本异交态势。父本“九二〇”用量 150 克/公顷，始喷的抽穗指标 5%～8%，达到父本株高比母本高 20 厘米的理想授粉态势。

5.2.5 综合防治病虫害 加强病虫害的综合防治：苗期主要防治好苗叶瘟、稻秆潜叶蝇；分蘖期加强对叶稻瘟、纹枯病、稻纵卷叶螟的防治；成熟期防治稻飞虱、蚜虫；特别要做好母本抽穗扬花期穗颈稻瘟和稻粒黑粉病的防治，在始穗前 2～3 天每公顷用 150 毫升爱苗、450 克禾益 3 号对水 500 千克喷施，齐穗期每公顷用 150 毫升爱苗、2 250 克富士 1 号对水 500 千克喷施。

5.2.6 安全隔离与及时除杂 T98A 异交性能好，易授粉结实，容易造成生物学混杂。因此制种要采取更严格的防杂保纯措施，一是使用纯度高（99.8%）的母本种子制种；二是严格隔离，时间隔离要求始穗期错开 20 天以上；距离隔离顺风向大于 150 米，逆风向大于 100 米；三是必须在喷施“九二〇”前 1～3 天除尽杂株，将保持系株、变异株、异品种株、异型株除掉，防止串粉混杂。对于父本花期迟 3 天以上，母除杂不及时的、制种产量偏低的制种田的种子应经种植鉴定后再使用。

（摘自《杂交水稻》2008 年第 1 期）

6 协优9308高产制种技术

毛一剑[1] 毛晓峰[1] 赵先如[1] 郑根深[1] 陈深广[2] 程式华[2]
(1. 江山市种子公司，浙江江山，324100；
2. 中国水稻研究所，浙江杭州，310006)

协优9308是中国水稻研究所育成的产量高、抗性好、米质优的三系法杂交籼稻组合，1999年通过浙江省农作物品种审定。自1998年引进试制该组合，经过不断地探索和实践，逐步形成了有针对性的技术措施。2001年在须江镇郑村、岙里两制种基地协优9308制种26.7公顷，平均产量达到3.15吨/公顷。2002年在抽穗扬花期遭受连续阴雨等不利天气条件影响的情况下，须江镇岙里基地6.67公顷协优9308高产制种示范片，经衢州市农业局组织验收，仍获得了2.84吨/公顷的制种产量。

6.1 亲本特征特性

6.1.1 中恢9308特征特性 中恢9308为C57（粳）//300号（粳）/IR26（籼）的复交后代株系，株型偏粳，穗粒偏籼，具弱感光性。其株型紧凑，植株较高，茎秆粗壮，耐肥抗倒，叶片窄长挺笃，叶色深绿，分蘖迟缓，分蘖力相对较弱，秧苗易徒长，后期青秆黄熟，似粳稻。在江山市制种，4月中旬播种，播始历期112天左右，主茎总叶片数16.5叶左右，株高120厘米左右，穗长26～28厘米，每穗总粒170～190粒，千粒重23克。

连续5年的制种实践观察，中恢9308具有与目前生产上大面积应用的其他恢复系明显不同的特点。其一，花期长，盛花慢。其单穴开花历期长达15天，比协青早A长3～4天。始花至群体盛花需6天，比协青早A慢2～3天，盛花期长，盛花高

峰不明显。其二，幼穗分化前慢后快，最先分化的不是主穗，而是分蘖穗。其三，花时早，10 时左右开花，11 时左右盛花，12：30 左右终花，花粉量足，午前花与协青早 A 的花时相遇率可达 80%以上。其四，主茎总叶片数的变异系数比播始历期的变异系数小，因此主茎总叶片数相对稳定。

6.1.2 协青早 A 特征特性 不育系协青早 A 在江山市 6 月上旬播种，播始历期一般为 64 天，主茎总叶片数 13.5 叶左右，分蘖力一般，株型稍紧凑，茎秆细软，剑叶较窄，穗型较小，抽穗整齐，盛花期 5～6 天，花时早而集中，开颖角度大，柱头外露率一般。其耐肥力差，对“九二〇”反应敏感，喷施过早过多易倒伏，喷施过迟易卡颈。

6.2 高产制种技术

根据协优 9308 亲本的特征特性，针对性地制定了高产制种技术措施。父本插秧密度在 3.3 万穴/公顷左右，每穴穗数 40 穗以上，保证父本有效穗达到 130 万/公顷以上，颖花数达到 2.3 亿/公顷以上；母本有效穗达到 240 万/公顷以上，颖花数达到 2.4 亿/公顷以上，父母本颖花比接近 1∶1。使田间花粉密度达到较高水平，异交结实率达到 50%以上。

6.2.1 选择扬花季节，确定父母本播差期 根据江山市气候特点，采用夏季制种，最佳抽穗扬花期安排在晴天多、雨水少、阳光充足的 8 月上旬。根据中恢 9308 和协青早 A 的主茎总叶片数均相对稳定、年际间变化小的特点，按照“时差定大向，叶差为依据”的原则，安排父母本时差为（50±3）天，叶差为（9.8±0.2）叶。确保父本比母本早 2～3 天始穗，父母本盛花期相遇良好。

6.2.2 强化父本培育

（1）采用摆播方式培育父本壮秧。父本于 4 月中旬分 2 期播种，第一、二期相隔 5 天。为了精心培育父本壮秧，采用摆播育

秧的方式代替撒播育秧方式。摆播的好处是父本秧苗素质苗匀、茎粗、根健、分蘖早而多，从而使父本有效穗增多，花粉量增大。具体操作：先做好宽 1.3～1.4 米的秧板。秧板要整平，使板面上水自然落干，不能太湿。然后，用土制划格器在秧板上划成 10 厘米×10 厘米的格子，在格子的各交叉点上摆播 2 粒已用强氯精浸种消毒的芽谷。用泥沙或干细土拌磷肥覆盖，做到只见谷影不见谷。最后，直接喷洒幼禾葆除草剂除草。秧田管理与一般半旱秧田相同。运用该法育秧约有 80%的播点可以成秧，据此可推算出应摆点数。

(2) 喷施多效唑控高促蘖。针对父本“苗高、蘖弱、蘖迟”的特点，提高多效唑喷施浓度，在 1 叶 1 心时用 15%多效唑配成质量分数为 500×10^{-6} 的溶液喷施以控高促蘖。据对比试验，苗期喷施较高浓度多效唑溶液对父本 9308 的播始历期无显著影响，故在定播差时无需考虑。

(3) 偏重对父本培养。早栽可以促早发，父本秧苗长到 7 叶左右即可栽插到大田，以利早生快发。父本采用单行栽插方式，父母本行比为 1∶12，父母本间距 26.4 厘米，父本株距 20 厘米，每穴插一个摆播点的秧苗。在父本移栽当日施 1 次底肥，栽后 6～7 天深施 1 次球肥，幼穗分化始期施 1 次底肥，每次每公顷施尿素 45 千克、氯化钾 30 千克。通过上述措施，保证父本有足够的基本苗、足够的空间和足够的营养。父本 9308 纹枯病发病较重，螟虫喜食。幼穗分化前 5 天至幼穗分化Ⅲ期为最佳防治期，每公顷采用 15%三唑酮乳剂 750 毫升加 5%井冈霉素 1 500 毫升加 375 千克水的配方，在重点防治父本的同时，兼防母本，对防治纹枯病有特效。

6.2.3 定向培养母本

(1) 选种消毒，稀播育苗。播前用盐水选种，然后用清水预浸 8 小时，再以 30 倍强氯精液浸种 12 小时，用清水洗净后，即可播种。母本大田用种量 30 千克/公顷，稀播、匀播，秧田播种

量120～150千克/公顷，用磷肥拌种后再播种，且要边拌边撒播，以免影响发芽。采用半旱育秧，秧苗长到2叶时追施断奶肥，每公顷施尿素75千克、氯化钾60千克，3叶前湿润灌溉，3叶后浅水灌溉，移栽前5天追施1次送嫁肥，施尿素30千克/公顷。

(2) 小苗移栽，插足基本苗。协青早A分蘖力一般，小苗移栽促早发，且插秧密度要大，做到“靠插不靠发”。其移栽叶龄为4.5～5.0叶，移栽株行距为13.2厘米×16.5厘米，每穴插2株带蘖秧，以确保180万/公顷以上的基本苗。

(3) 培育壮秆短剑叶母本。剑叶对环境最敏感的时期是倒3叶露尖至倒2叶露尖，这段时期氮肥足，对叶长促进作用最大，排水晒田，控氮增磷钾，施用硅肥，则可起到控制叶长，壮秆防倒，抗病健苗的作用。由于母本采用双本密植带蘖秧，不单靠本田攻苗促蘖争多穗，在氮、磷、钾的施用上改多次施肥为2次施用，第一次是面施基肥，第二次是保花肥。基肥为纯氮、磷、钾总用量600千克/公顷，氮、磷、钾比例为1.0∶0.5∶1.2；除非出现中期脱肥现象，否则不予追施。中期追肥在拔节前7天左右施用硅肥225千克/公顷，以增强茎秆柔韧性，防止倒伏。提倡早搁田，适度重搁，一般每丛有8苗，即可开始搁田，以搁到田间开“鸡爪裂”为度。

(4) 重视施用保花肥。柱头外露率除由品种本身的特性决定外，保花肥的施用对其有着重要的影响。选择在柱头外露敏感期，即见穗前10～15天看苗施保花肥，一般田块每公顷施尿素75～90千克、氯化钾45千克，叶色过浓或过淡的田块，则酌情减少或增加施用量。

(5) 母本病虫害防治。要坚持预防为主，防治结合的原则。抓住两个关键时期进行综合防治，一是分蘖盛期（一般在母本栽后15天左右），二是母本破口期，这两个时期无论发病与否都要进行综合防治。特别要注意母本的稻瘟病、白叶枯病、黑粉病、

螟虫防治。母本抽穗扬花期要慎重用药，最好避免用药，用药宜安排在下午颖花闭合后进行，以免损伤花丝、柱头，影响结实率。

6.2.4　准确预测和调节花期　根据叶龄记载和“指挥田”（父母本均早播 7 天用于预测花期的小面积田块）判断，在大面积制种田快要进入幼穗分化Ⅱ期时进行幼穗剥查，并结合镜检和“指挥田”花期表现预测花期是否相遇。由于父本在幼穗分化时最先分化的不是主穗而是分蘖穗，因此在幼穗剥查时，要用最早分化的分蘖穗对母本的主穗来进行比较判断。在幼穗分化Ⅲ期前，以父本早母本 0.5～1.0 期比较理想，抽穗时以父本早母本 2～3 天为理想花期相遇。若发现花期偏离理想花遇标准 2 天以上，应及时采取花期调节措施。

（1）偏施肥料。在幼穗发育Ⅳ期前，可以对发育偏早的亲本重施氮肥，母本较父本早时施 160 千克/公顷，父本早于母本时施 150 千克/公顷，预计母本可推迟 2 天，父本可推迟 3 天左右始穗。对发育迟的亲本每公顷可用 750 克磷酸二氢钾加水 375 千克喷施，一般可提早 1～2 天始穗。

（2）多效唑与“九二〇”调控。在幼穗分化Ⅱ～Ⅳ期，对发育早的亲本每公顷用 1 500 克多效唑加水 375 千克喷施，可延迟始穗 2 天左右。注意喷多效唑时应先排干水。每公顷用 3 克“九二〇”加水 300 千克在发育偏慢的亲本抽穗前 3～4 天进行叶面喷施，可提早抽穗 1 天左右。

6.2.5　喷施“九二〇”与赶粉　协青早 A 对“九二〇”反应敏感，喷施过早过多易倒伏，喷施过迟易卡颈，因此，喷施“九二〇”宜稍早而量少。“九二〇”总用量为 150 克/公顷左右，连续 3 天每天喷 1 次。第一次在母本见穗 3%～5%时，每公顷喷“九二〇”15 克加“九二〇”增效剂 150 毫升，单喷母本；第二次每公顷喷“九二〇”90 克加“九二〇”增效剂 900 毫升，单喷母本；第三次每公顷喷“九二〇”45 克加“九二

○”增效剂450毫升，父母本同喷。用3米左右竹竿赶粉，坚持从始花赶到终花，重点是盛花期。每天上午待母本开花较多时赶粉，每天赶2～3次，赶花粉时要做到“轻推、重摇、慢回手”。

6.2.6 严把种子质量关 在确保种子质量方面要严把“三关”。一是要严把亲本种子纯度关：父本、母本种子均需经海南鉴定纯度达到99.5%以上方可用于制种。二是要严把隔离、去杂关：保证空间隔离达到200米以上，时间隔离20天以上。去杂则要在始穗前后统一组织除杂，把株型、叶型、叶色、穗型、粒型、熟期等不同的杂株及早除尽。三是要严把收、晒、贮关：在收割、晒种、贮藏、收购等环节上要制定严格的质量保证制度，以杜绝机械混杂。

（摘自《杂交水稻》2003年第3期）

7 杂交水稻Ⅱ优084母本旱育抛秧高产制种技术

马宝俊　史纪锁　谢文兰
（1. 淮安明天种业科技有限公司，江苏洪泽，223100；
2. 淮安市农业局，江苏淮安，223001）

Ⅱ优084是江苏镇江农业科学研究所用Ⅱ-32A与自选高抗白叶枯病的优质恢复系镇恢084配组的杂交籼稻新组合。2001年4月通过江苏省品种审定委员会审定。该组合优势强，米质优，高抗白叶枯病和稻瘟病，有较大的增产潜力。2001年本公司开始对该组合进行旱育抛秧高产制种技术研究，通过3年抛秧栽培制种试验，产量较常规移栽增产19.4%。3年制种面积累计达280公顷，平均产量稳定在3.70吨/公顷，高产田块达5.30吨/公顷。

7.1　亲本特征特性

父本镇恢 084 主茎总叶片数 17 叶左右，播始历期 102～105 天；株高 110 厘米，分蘖力强，穗型较大，平均每穗总粒 160 粒左右，结实率 93%以上，花时集中，单株花期 12 天左右，花粉量足。

母本Ⅱ-32A 主茎总叶数 16～17 叶，平均 16.6 叶，播始历期 94～96 天；分蘖力强，株型紧凑，茎秆粗壮抗倒伏，每穗颖花数多，平均 150.5 朵，柱头外露率高，平均为 83.7%，其中双柱头外露率占 71.2%，单柱头外露率占 28.2%；因穗大粒多的特点，潜在有效花期长。

根据连续 3 年考查，Ⅱ优 084 制种单产达 3.70 吨/公顷以上的穗粒结构是：母本抛栽 34 万～37 万穴/公顷，有效穗达 300 万～322 万/公顷，总颖花数 3.8 亿朵/公顷，每穗总粒数 140 粒，异交结实率 45%以上，每穗实粒数 65 粒，千粒重 26 克；父本移栽 5.8 万穴/公顷，有效穗在 65 万～75 万/公顷，总颖花数 1 亿朵/公顷左右；父母本颖花比为 1∶3.8。

7.2　抛秧制种增产原因

其一，成穗率高，有效穗多。母本抛秧，由于基本苗足（可达 34 万穴/公顷以上），不造成秧苗植伤，分蘖节位低，生长快，高峰苗期出现时间早，因而有效穗多，成穗率高。据试验调查，母本抛秧单位面积有效穗比常规移栽高 13.7%～23.2%。

其二，抽穗整齐，结实率高。母本抛秧呈星状分布，比较均匀，后期群体结构好，主蘖穗幼穗分化进程差异小，割叶喷“九二〇”后，齐穗速度快；主蘖穗的颖花数差异较小，单株颖花数与单位面积颖花数均有明显增加，花时相遇率提高，结实率较高。

其三，穗大粒多，千粒重高。母本抛秧分蘖节位低，主蘖穗差异小，叶面积较大，中期叶片散生，通风透光，后期光能利用

率高，根系发达，合成的碳水化合物多，谷粒充实度高。

7.3 旱育抛秧制种技术

7.3.1 播差期确定 根据Ⅱ优084亲本特征特性，结合本地气候特点及叶差、时差，确定父母本播差期。以父母本同时始穗或母早父1～2天始穗为基准，把母本抛秧时的秧龄长短、秧苗差异对播始历期的影响考虑在内，在本地Ⅱ优084制种，确定父母本播期时差为13天，叶差2.6叶为宜。2003年淮安Ⅱ优084旱育抛栽制种，第一期父本于5月5日播种，第二期父本5月15日播种，母本5月18日播种；父本6月5日（6.2叶）移栽，母本6月10～13日（5.7叶）抛栽；父本8月15日始穗，母本8月13～15日始穗，花期相遇良好。

7.3.2 培育旱育抛栽壮秧 父本采取肥床旱育秧，大田用种3.75千克/公顷。母本软盘育秧，按1∶8比例留足苗床，大田用种30千克/公顷。母本按大田面积和抛栽密度确定秧盘数，需400型软盘925张/公顷。播前浸种，种子90%破胸后播种。播种方法：把软盘摆放在整好的旱地育秧厢面上，灌入已备好的稀泥浆，待泥浆沉淀后，种子过秤定盘播种。播后苗床喷敌克松消毒防病。苗床管理：1叶1心前以降温保湿为主，防高温烧苗或失水青枯；1叶1心后严格控制水分，促根炼苗；2叶后施尿素112.5千克/公顷，抛栽前2～3天施尿素112.5千克/公顷，每次施肥后浇透水，以防烧苗。

7.3.3 抛栽与除草 在母本抛栽前3～4天移栽父本，母本抛栽时分厢分盘，先抛后补，先远后近，逆风顺厢抛，先抛70%，补抛30%，再捡密补稀。抛后3～4天秧苗立稳时，看天气灌浅水，喷施50%丁草胺除草剂1 200毫升/公顷；喷后保持水层3～5天，水层深度以不淹秧心为度。

7.3.4 肥水管理 底肥每公顷施45%高效复合肥300千克，碳酸氢铵450千克，尿素75千克。抛栽3～4天后结合化除

对父、母本同施碳酸氢铵 300 千克/公顷作分蘖肥，抛栽后 5～6 天用碳酸氢铵 75 千克/公顷加 45%高效复合肥 37.5 千克/公顷单追父本，促父本早发。在母本倒 4 叶露尖时开始分次烤田，掌握前轻后重的原则，以促进根系下扎，防止倒伏。母本烤田覆水后，在幼穗分化Ⅱ期至幼穗分化Ⅵ期时，根据花期相遇情况决定肥料施用。

7.3.5　喷施“九二〇”　母本Ⅱ-32A 抽穗包颈程度轻，对“九二〇”敏感，正常情况下“九二〇”总用量为 390 克/公顷。在具体实施过程中“九二〇”用量必须根据亲本长势长相、苗穗多少、穗层整齐度、见穗指标确定。在母本主穗露尖 10%左右喷第一次“九二〇”，用量为 120 克/公顷，第二次喷施用量为 210 克/公顷；抽穗不整齐的可以推迟到抽穗 20%时始喷，但第一次用量不低于 210 克/公顷。晴天喷施，田间应灌深水调节湿度，提高“九二〇”使用效果。进入盛花期后，用“九二〇”养花 2 天，每次 30 克/公顷，另加磷酸二氢钾 3.75 千克/公顷同时喷施。

7.3.6　去杂保纯　母本Ⅱ-32A 育性稳定性稍差，异交结实率高，容易接受外来花粉，在保证制种田隔离条件的前提下，还要严格做好去杂工作，以保证杂种纯度。在秧苗期和大田分蘖期拔除株型、叶型等外部形态差异大的植株。抽穗前 3～4 天是母本Ⅱ-32A 去杂的关键。在割叶前 1～2 天及割叶后 1～2 天集中力量把混杂于母本中的保持系及一些变异株彻底拔除。在收获前彻底拔除自交结实株（主穗和分蘖穗全部结实的植株）。一般除杂 3～4 次，并在父本收获后，拾净散落的父本穗头，再进行一次去杂，待制种单位验收合格后方可收获。

7.3.7　病虫防治　在秧田期主要防治稻蓟马、稻飞虱等为害，大田期至割叶前着重防治纹枯病、稻瘟病、二化螟、三化螟、稻纵卷叶螟、稻飞虱等，割叶后抓住破口、始穗、齐穗这 3 个时期防治稻粒黑粉病和稻曲病。在灌浆结实期对黏虫及蚜虫进

行专门防治，以提高种子质量和千粒重。

（摘自《杂交水稻》2004年第3期）

8 优质高产杂交稻新组合天优998制种技术

吴玉坤 陈国荣 黄健文 李传国 郑海波
（广东省农业科学院水稻研究所，广东金稻种业有限公司，广东广州，510640）

天优998是广东省农业科学院水稻研究所用自选野败型高异交性优质籼稻不育系天丰A与自选恢复系广恢998配组而成的杂交稻新组合。该组合米质较优、产量高、抗性好、适应性广，2004年2月通过广东省品种审定委员会审定。2004年同时参加江西（复试）、湖南、贵州、安徽、广西等省区试。为加速该组合的推广应用，现将其制种技术介绍如下。

8.1 父母本特征特性

8.1.1 母本天丰A的特征特性 天丰A是广东省农业科学院水稻所最新育成的不育性稳定，异交结实率高，配合力强，米质较优（除整精米率和垩白度外均达到国家优质米标准），高抗稻瘟病的野败型不育系。该不育系柱头紫色，外露率达82.3%，其中双外露率达62.8%。在广东始兴县6月19日播种，8月16日始穗，播始历期58天，比珍汕97A短1天，主茎叶片数13.1叶。

8.1.2 父本广恢998的特征特性 该恢复系植株高100～103厘米，分蘖力强，株型紧凑，茎秆粗壮，耐肥抗倒，叶色深绿，剑叶挺直。穗长22.1～22.6厘米，着粒紧密，每穗总粒数120～140粒，千粒重20.6克。开花历期长，花粉量充足。米质好，高抗稻瘟病，中抗白叶枯病，适应性广。

广恢 998 在广东始兴县秋季制种，6 月上旬播种，6 月底插秧，播始历期 75～78 天，主茎叶片数 15.5 片。该恢复系属于感温型中迟熟品种，单株开花时间 8～10 天，开花主要集中在抽穗后的第三至八天；单穗开花历期 5～6 天，抽穗当天少量开花，开花高峰在抽穗后的第二至五天。正常天气下，每天 10 时始花，10：20～11 时盛花，父母本开花基本同步。

8.2　父母本播差期安排

根据亲本的特征特性和当地的气候特点，在广东始兴县秋制的最佳抽穗扬花期是 8 月下旬。此时温度不太高，阳光充足，相对湿度较高，有利于扬花授粉，提高异交结实率。第一期父本在 6 月 3～5 日播种，第二期父本与第一期父本相差 6 天，第一期父本与母本相差 18～20 天，可以确保花期相遇。

8.3　培育高产群体结构

8.3.1　培育分蘖壮秧　选择排灌条件良好、土壤肥沃、前作最好为非水稻的田块作秧地；秧地播种量为父本 112.5 千克/公顷，母本 150～225 千克/公顷。播种前要施足基肥，每公顷可用 120 千克尿素、500 千克过磷酸钙和 90 千克氯化钾作基肥。2 叶 1 心时，每公顷施尿素 75 千克加氯化钾 45 千克；4 片叶时，每公顷施尿素 112.5 千克加氯化钾 60 千克；插秧前 3～4 天每公顷施尿素 112.5 千克、氯化钾 60 千克、过磷酸钙 225 千克。苗期注意防治病虫害，插秧前施 1 次送嫁药，保证培育出每株 3～4 个分蘖的壮秧。

8.3.2　插足基本苗　该组合父本分蘖力较强，花粉量充足，可采用宽厢大行比的方法，扩大母本的栽插面积。厢宽 2.40 米，父母本行比为 2∶16。父本宜疏植，规格为 16.7 厘米×23.3 厘米，单株或双株植。母本由于分蘖力较弱，且播始历期短，成穗率较低，主要靠插而不靠发（分蘖），插足基本苗，规格为 10.0

厘米×13.3厘米，每穴插3～4株，每公顷插足母本67.5万穴，插足基本苗202.5万～270.0万/公顷，为取得足够的有效穗打下良好的基础。

8.3.3 培育良好群体结构 强攻父本，父本插后3天，每公顷用尿素60千克、过磷酸钙150千克，单独条施父本；插后8～10天，每公顷用尿素60千克、氯化钾45千克单施父本，以后与母本管理相同。

本田施肥采用施足底肥，早攻、中控、后补的原则。每公顷用尿素120千克、过磷酸钙600千克作底肥。母本插后3～4天，每公顷施尿素90千克、氯化钾60千克作返青肥；母本插后8～10天每公顷施尿素120千克、过磷酸钙225千克作分蘖肥；幼穗分化Ⅴ期，每公顷施尿素和氯化钾各30千克作壮穗肥，并有提高柱头外露率的作用。

插后深水返青、浅水分蘖、够苗露晒田。晒田期间，可视天气情况适当灌水1～2次，抽穗前7天左右灌水，保持至授粉结束，黄熟期开始排干水至成熟。

8.4 适时适量喷施“九二〇”

该组合父母本对“九二〇”都较敏感，在母本见穗5%左右时喷第一次，每公顷用量120克，第二天喷第二次，每公顷用量90克。每次喷施时加喷父本1次，使父本高出母本15～20厘米，有利于授粉。

8.5 加强病虫害防治

制种田的病虫害防治坚持全生育期“保健”的原则。预防为主，综合防治，重点防治三化螟、稻飞虱、稻纵卷叶螟和白叶枯病等。天丰A高抗稻瘟病，一般制种田稻瘟病较轻。因为父本广恢998分蘖早，分蘖力强，易发生纹枯病，因此在父本幼穗分化前，每公顷可用田安6千克防治纹枯病，以后防治与母本同时

使用 2～3 次井冈霉素。

8.6　严格去杂，保证种子纯度

除杂从苗期开始，分别在苗期、抽穗前、黄熟期直到收割前进行多次除杂，收割前进行验收，杂株率在 0.05%以下才准予收割。在收割、晒种和包装运输过程中要防止机械混杂，确保种子的纯度。

（摘自《杂交水稻》2005 年第 1 期）

9　两优培九在湖南高产制种技术研究

周承恕[1]　刘爱民[2]　向宽涛[3]　姚必仁[4]

易俊章[2]　刘建兵[1]　张晓琳[3]

（1. 国家杂交水稻工程技术研究中心，湖南长沙，410125；

2. 隆平高科农平种子分公司，湖南长沙，410125；

3. 麻阳县种子公司，湖南麻阳，419400；

4. 郴州三旗植物营养素公司，湖南郴州，423000）

以培矮 64S 为母本配组的超级稻组合两优培九，从 1999 年开始在湖南制种，表现制种产量低而不稳。在父母本苗穗足、群体结构合理、花期相遇较好的情况下，一般单产仅 1.0 吨/公顷。说明两优培九在湖南制种有特殊的技术要求，关键问题应在父本 9311 上。经 2000 年、2001 年在湖南开展制种协作研究，制种产量有较大的提高。高产的基地平均产量达到 2.8～3.0 吨/公顷，最高单产达到了 4.74 吨/公顷，但也有低产的表现（0.8 吨/公顷）。说明两优培九在湖南制种能够获得高产，关键在于选择适宜的制种生态条件和强化对父本 9311 的培管。总结隆平高科农平种子分公司绥宁基地、郴州苏仙和怀化麻阳 3 个制种基地在 2000 年、2001 年的制种条件和栽培管理技术，对 9311 的一些栽培试验结果

进行分析，探讨两优培九在湖南高产制种的技术措施。

9.1 材料与方法

研究所用的培矮64S来自湖南杂交水稻研究中心和隆平高科农平种子分公司。9311来自江苏省农业科学院。

9.1.1 在不同生态条件制种 3个制种试点分别选择在湖南南部的郴州市苏仙区（海拔40米），湖南西南部山区的邵阳市绥宁县武阳镇（海拔400米）和位于湖南西部山区的怀化市麻阳县（海拔180米）。3个点分别代表了湖南低海拔高温、中海拔适温和高海拔低温3种生态条件，3个试点年制种面积都在7公顷以上。各基地均统一提供亲本种子，按统一的技术方案实施（播种期与播差期因各试点生态条件不同作适当调整）。

9.1.2 对父本9311的试验

（1）施肥水平与方法对9311穗粒结构与花期的影响。按制种技术要求在大田施足底肥的基础上，试验设6个处理：①移栽后4～6天深施25%复合肥150千克/公顷（N∶P∶K=13∶5∶7）；②移栽后4～6天深施25%复合肥300千克/公顷；③在幼穗分化Ⅱ期施尿素120千克/公顷；④在幼穗分化Ⅱ期施尿素240千克/公顷；⑤处理①加处理③；⑥CK（不施追肥）。

（2）9311不同群体的穗粒构成及花期观察 试验设3个处理：①一期父本群体；②两期父本群体（两次播种，时差7天，一、二期各占群体的50%）；③三期父本群体（3次播种，时差6天，每期各占群体的1/3）。各处理均不喷“九二〇”。考查3个父本群体的穗粒结构和花期的差异。

9.2 结果与分析

9.2.1 制种产量表现 从表8-6可知，两年3点的平均单产，麻阳点最高且较稳定，苏仙点的较低且不稳定，绥宁点的居中。虽然最高产量出现在绥宁，但该点年度间差异较大。

表 8-6　两优培九制种产量结果

试点	面积（公顷）		花期（月/日）		平均单产（吨/公顷）		最高单产（吨/公顷）		总平单产（吨/公顷）
	2000 年	2001 年	2000 年	2001 年	2000 年	2001 年	2000 年	2001 年	
麻阳	7.65	8.50	08/20～08/28	08/20～09/04	2.32	3.04	3.43	4.76	2.70
绥宁	22.0	30.00	08/08～08/22	08/15～08/29	3.27	1.88	4.34	2.98	2.46
苏仙	8.00	15.70	08/08～08/22	08/15～08/24	1.35	2.15	2.18	2.72	1.86

表 8-7　两优培九制种抽穗扬花期逐日平均气温与异交结实率的关系

试点	年份	抽穗扬花期逐日平均气温（℃）																平均异交结实率（%）
麻阳	2000	27.4	29.1	26.4	26.7	27.5	26.3	23.5	25.7	27.1	27.4	27.8	27.8	27.4	26.6	25.1	26.8	43.0
	2001	29.4	28.5	26.5	24.7	26.9	27.7	27.2	26.8	26.1	26.8	25.9	25.6	24.8	25.4	25.6	26.5	44.1
绥宁	2000	27.3	24.5	25.7	26.8	26.2	26.6	25.4	25.4	23.8	24.8	26.3	26.1	25.4	25.7	24.5	25.6	45.4
	2001	24.7	25.2	24.4	25.5	27.1	26.1	26.1	24.9	25.2	24.0	23.6	24.6	23.2	24.2	24.5	24.9	32.2
苏仙	2000	29.8	29.7	30	31.8	27.4	26.0	28.1	28.4	28.2	27.6	28.5	30.2	29	28.2	27.7	28.8	24.7
	2001	26.7	23.1	23.4	24.5	25.7	26.2	27.6	26.5	28.1	29.7	30.2	30.2	29.6	29.6	28.2	27.3	31.2

注：调查起始日麻阳点 2000 年为 8 月 14 日，2001 年为 8 月 20 日；绥宁点 2000 年为 8 月 12 日，2001 年为 8 月 5 日；苏仙点 2000 年为 8 月 8 日，2001 年为 8 月 10 日。

9.2.2 各点产量差异原因分析 从各点的花期日平均气温资料分析可看出，抽穗扬花期的日均温差异是导致3点产量差异较大的主要原因。从表8-7可看出，抽穗扬花期的日平均温度与母本异交结实率有明显的相关性。花期的日平均气温值为25.5～26.5℃时，麻阳点连续两年及绥宁点2000年的异交结实率都在40%以上。苏仙点两年花期日均温值均高于27℃，异交结实率低于30%。2001年绥宁点花期日均温低于25℃，异交结实率也偏低。由此可以看出，两优培九制种抽穗扬花期的适宜日均温为25～27℃。

9.2.3 父母本群体穗粒结构分析 采用适当的栽培措施，获得穗粒结构合理的父母本群体是制种高产的基础。表8-8是各点2001年从制种田抽样调查的结果。

表8-8 两优培九制种父母本群体构成分析

(2001年)

试点	行比（父：母）	总蔸数（万/公顷）		每蔸有效穗（个）		每穗总粒数（粒）		总颖花数（万/公顷）		颖花比父：母
		父本	母本	父本	母本	父本	母本	父本	母本	
麻阳	2∶12	2.25	21.86	32.5	15.8	196.3	126.5	14 354.4	43 691.6	1∶3.00
绥宁	1∶12	4.17	33.40	18	8.4	150.0	139.5	11 250.0	39 143.7	1∶3.48
苏仙	2∶14	4.71	36.76	15.4	7.5	160.8	115.7	11 674.5	31 899.0	1∶2.73

研究证明，高产制种田母本每公顷颖花数要达到30 000万以上，培矮64S由于千粒重较低，要求总颖花数更多。父母本颖花比以1∶3为宜。从表8-8中可看出，麻阳点母本颖花数和父母本颖花比都在理想范围，制种产量较高。绥宁点母本颖花量较大，但父本相对较弱。以至父母本颖花比偏大、父本花粉量不足。苏仙点虽然父母本颖花比较合适，但父母本的颖花量都较少，导致制种产量不高。从栽培技术分析，麻阳点的父本插植密度最稀，但每蔸有效穗和每穗总粒数都显著高于其他两试点，结果是麻阳点父本单位面积上的颖花数最高，为授粉提供了充足的

物质基础。由此看出，通过合理的栽培措施来提高9311单位面积总颖花数是提高异交结实率的有效途径。

9.2.4 影响制种产量的其他原因 由于培矮64S易感稻粒黑粉病，因此花期遇雨是该组合制种之大忌。如郴州2000年就是因花期遇雨导致稻粒黑粉病的发病率超过了30%。花期和灌浆期低温寡照能使受精颖花不充实。如绥宁2001年就因此而使制种产量大幅降低。

9.2.5 施肥对9311群体结构和生育期的影响 试验表明，9311对肥料敏感且相当耐肥。随着施肥量增加，成穗率提高、每蔸有效穗增加、每穗总粒数增多。这说明施肥能增加单位面积的颖花数，增加花粉量，提高异交结实率，从而提高制种产量。增施肥料使播始历期延长1～2天，但始穗至齐穗也延长1～2天，特别是抽穗历期能延长5～9天，这就意味着通过增施肥料所增加的花粉能延长授粉时间5～9天，对提高异交结实率是有促进作用的。同时从该试验也看出9311在高肥条件下剑叶显著增长、增宽，没有倒伏，说明9311耐肥性强（表8-9）。

表8-9 9311不同施肥处理的效果

（绥宁，2001）

处理	成穗率（%）	每蔸有效穗（个）	每穗总粒数(粒)	叶长(厘米)	叶宽(厘米)	始穗期(月/日)	始穗至齐穗(天)	抽穗历期（天）
1	67.5	18.1	162.4	25.4	2.1	8/18	4	10
2	68.7	22.2	152.3	27.6	2.2	8/20	5	11
3	84.6	24.1	150.4	38.9	2.3	8/19	6	15
4	82.2	24.5	163.2	35.7	2.3	8/18	6	19
5	85.2	24.2	169.9	37.3	2.4	8/20	6	17
6	63.2	19.1	146.8	25.6	2.1	8/18	5	10

9.2.6 不同父本群体构成对穗粒性状及花期的影响

从前几年的制种中观察到9311的每蔸有效穗数不多，抽穗

较整齐，花期较短。本试验中，一、二期父本各项指标都相差不大，但与三期父本处理相比则有明显差异。从每蔸最高苗和每蔸有效穗看，三期父本处理可能因第三期父本与第一、二期父本营养体差异较大，在群体竞争中处于劣势而发育不好，从而导致整个群体的平均有效穗数降低、穗形偏小。从花期分析，各处理的始穗期差异不大，但三期父本处理的始穗至齐穗的天数及抽穗历期都显著延长。从理论上讲这一结果能延长父本的授粉时间。但对照母本的花期分析，一、二期父本处理与母本基本上达到了盛花全遇。因此，在保证母本对花粉需求的条件下，一、二期父本处理达到了田间花粉密度大、授粉集中的理想目标，有利于提高母本的异交结实率。

表 8-10　9311 不同群体的穗粒构成与花期性状

处理	每蔸最高苗数（苗）	每蔸有效穗（个）	成穗率（%）	每穗总粒数（粒）	始穗期（月/日）	始穗至齐穗（天）	抽穗历期（天）
一期父本	30.2	18.7	61.9	145.9	8/20	5	14
二期父本	30.4	18.2	61.5	155.5	8/21	5	14
三期父本	19.9	12.7	63.8	138.1	8/21	8	20
母　本	0	0			8/22	4	80

9.3　结论

9.3.1　两优培九在湖南制种花期日均温 25～27℃ 可获得高产

2001 年麻阳点的花期日均温条件较好、制种产量高，但花期安排偏迟，后期受不良天气影响的风险较大。绥宁点的花期安排应适当提前，因为该点海拔较高，立秋以后气温降低较快，对制种产量影响较大。苏仙点的花期安排则应适当推迟，以避免当地 8 月上、中旬高温对授粉的影响。

9.3.2　应注重对父本的培管

根据9311对氮肥敏感而且耐肥的特点，在分蘖期和幼穗分化Ⅱ期各追施1次氮肥，能增加有效穗数、提高成穗率和总颖花数，达到增加单位面积上的花粉总量、延长授粉时间的目的。在父本的群体结构上，安排一期父本和两期父本都较好，但三期父本安排则可能降低父本单位面积上的总颖花量，不利于制种高产。父母本行比以2∶14较好。

（摘自《湖南农业科学》2002年第3期）

10　准两优527在桂南高产保纯制种技术

刘爱民[1]，龙和平[1]，麻喜成[1]，谢锡庭[2] 李永青[2]，陈名帅[1]
（1. 湖南隆平高科农平种业有限公司，湖南长沙，410125；
2. 广西隆平高科种业有限公司，广西南宁，530003）

准两优527是湖南省杂交水稻研究中心用水稻温敏核不育系准S与蜀恢527杂交选配而成的两系法杂交水稻组合，2003年通过湖南省品种审定。该组合的母本准S育性转换临界温度偏高，且敏感期内短期的低温，易引起其育性波动而自交结实。2002年隆平种业在海拔380米的湖南绥宁基地试制种1.0公顷，母本育性敏感期安排在7月下旬的最高温季节，抽穗开花期在8月上旬。结果7月24～28日出现了连续5天的日均温均值23.7℃（23.1～24.2℃）的低温天气，在8月5～10日开花的颖花花药有5%～40%的黑染花粉，隔离栽培自交结实率4.2%，所产种子纯度经种植鉴定只有85.6%。对于这类育性转换临界温度偏高的温敏核不育系作母本的两系制种，如何选择育性敏感安全基地与季节，生产出高纯度的种子，是准两优527这类优良组合能否应用于生产的关键。

按照袁隆平院士制定的“育性转换临界温度24.0℃的两用核不育系作母本的两系制种，育性最安全的基地应选北回归线以

南的华南稻区”的技术路线，隆平种业于2003年在广西南宁试制准两优5 272.5公顷，获得初步成功，2004年在广西武鸣县选择优质基地，制种80公顷，结果收购入库杂交种子195吨，平均单产2.91吨/公顷，最高单产4.81吨/公顷。通过对制种母本育性转换敏感期的日均温、花粉镜检与隔离栽培自交结实率等的分析，判定所产种子纯度在98%以上。经过几年来的制种实践，基本掌握了准两优527制种亲本的特征特性及其稳产高产保纯的制种技术。

10.1 亲本特征特性

10.1.1 准S 准S由湖南杂交水稻研究中心用安农S-1衍生的不育系N8S与香2B、怀早4号和早优1号经两轮随机多交加混合选择，再经系统选育而成的早籼型温敏核不育系。2003年通过湖南省技术鉴定。育性转换临界温度24.0℃，育性转换温度敏感期在开花前11～16天。在不育期为典败型败育，败育彻底。株高65～70厘米，株型较松散，主茎叶片数11～13叶。分蘖成穗力较强，穗长20厘米左右，每穗总粒数80～90粒，千粒重26克左右，着粒较稀，长粒形。在南宁地区夏播播始历期57～58天，主茎叶片数11～12叶；在长沙地区春播播始历期80天左右，夏播播始历期65天左右。不育期抽穗包颈，包颈粒率20%左右，对赤霉素反应敏感，一般在抽穗20%～30%喷施“九二〇”120～150克/公顷，即可解除包颈，穗粒全外露。异交性能好，柱头外露率高达75%以上，且柱头活力长达4～5天；晴天开花高峰期一般在9：30左右，午前花率在85%以上。抗倒能力差。

10.1.2 蜀恢527 父本蜀恢527是四川农业大学水稻所选育的三系法杂交稻优良恢复系，农艺性状优良，株型松散适中，分蘖力强，成穗率高，恢复力强，抗稻瘟病，花粉量大，制种产量高，配合力好，所配组合产量高、米质优、适应性广、抗病性强。

10.2　高产保纯制种的主要技术措施

10.2.1　父母本播期安排　分析基地气候条件，合理安排母本育性敏感安全期、安全抽穗扬花授粉期与父母本的播种期、播差期，在保证母本育性安全的前提下，选择安全的抽穗开花授粉期。准两优 527 制种母本育性安全的保险温度应在 24.5℃以上。对武鸣县气象局 30 年以来气象资料分析，从 6 月 6 日至 9 月 12 日的日平均温低于 24℃的记录仅为一天，8 月 1 日至 9 月 10 日，日平均温度均在 24.5℃以上。将准 S 的育性敏感期安排在 8 月 1 日至 9 月 10 日，育性敏感安全系数为 1，准 S 的不育性可得到充分表达，制种无风险。武鸣 9 月上、中旬的温度在 25～33℃，湿度在 60%～90%，适宜于制种安全抽穗扬花授粉，结合考虑武鸣的稻作季节特点，将准两优 527 制种的母本育性敏感安全期安排在 8 月 15 日至 9 月初，始穗期安排在 9 月 5～8 日，授粉期在 9 月中旬。

根据在南宁地区夏播准 S 播始历期 57～58 天，R527 播始历期 87 天左右且播始历期比较稳定的生育特性。因而将父母本的播种期与播差期安排见表 8 - 11。

表 8 - 11　准两优 527 在桂南制种的“四期”安排

亲　本		播种期	播差期		育性敏感安全期	始穗期
			时差	叶差		
R527	♂1	6 月 10 日				9 月 5 日
	♂2	6 月 15 日	5			9 月 8 日
准 S		7 月 7～8 日	28～29	6.6	8 月 15～31 日	9 月 6 日

结果母本播种时的叶、时差基本吻合。最早抽穗的田块母本于 9 月 4 日始穗，最迟的在 9 月 14 日始穗，大部分田块在 9 月 8～10 日始穗。父母本花期相遇好，一般田块父本比母本始穗早 1～3 天，父本花期长，完全保证了母本开花期的花粉供应。但

也有部分母本比父本早 2～3 天的田块。导致制种田块间始穗期早迟差异大和父母本花期相遇不一致的原因是：基地 6、7 月份遇长期阴雨天气，早造季水稻不能按时收割，腾出大田移栽父本，造成部分田块父本严重超秧龄，而推迟父本的生育期。

根据武鸣县气象观测站提供的 2004 年气温资料，准 S 育性敏感期 8 月 15 日至 9 月 5 日的日平均温度在 25.3～30.2℃，日最低温度在 23.5℃以上，完全可以满足准 S 的不育性表达的温度条件。开花期逐日花粉镜检结果表明，花粉以典败为主，有极少的染色花粉，9 月 22～27 日开花的有 0.08%～0.40%黑染花粉，9 月 5～21 日的只有 0.05%的黑染花粉，花药均为瘦小、乳白色的典型败育花药。按不同母本始穗日的田块，分别取样隔离栽培，考察自交结实率为 0.05%～1.00%，平均为 0.6%。不同产量水平制种田块取样考种，母本异交结实率平均为 52%，盛花期田间花检的杂穗率为 0.21%，可按杂穗率的 4 倍计算因父母本含杂及杂株串粉造成的种子杂株率为 0.84%，因而，从理论上可以推算出所产种子的纯度为 98%，种子纯度合格。

$$纯度估算值=100\%-\left(0.84\%+\frac{0.6\%}{52.0\%}\times100\%\right)=98\%$$

10.2.2 建立强父多母的高产制种群体 准两优 527 制种产量超过 3 吨/公顷的母本穗粒结构为：母本有效穗 320 万/公顷，平均每穗总粒数 80 粒，总颖花数 25 600 万/公顷，结实率 50%以上，千粒重 26 克。父本穗粒构成为：有效穗 100 万/公顷，每穗颖花数 120 粒，总颖花数 12 000 万/公顷。父母本颖花比为 1∶2.0～2.5。

(1) 父母本基本群体构成。行比为 2∶16～18，厢宽为 2.6～2.9 米，父本采取假双行的栽插方式，双行父本错蔸栽插，行距 10 厘米，株距 20 厘米，父母本行间距 23.3～27 厘米。每公顷栽插父本 3.5 万～3.8 万穴，母本抛栽 45 万～48 万蔸。

(2) 母本稳产群体的培育。根据母本准 S 的株型较松散，分

蘖成穗力较强，穗小粒少、主穗与分蘖穗抽穗不整齐的穗粒群体构成特点，制种采用母本用足种、用足盘、育壮秧、密抛栽的技术措施，在保证母本栽足基本苗的基础上求穗大穗齐。准S喷始“九二〇”后抗倒伏能力差，在施肥方法上应重前、控中、补后。

采用软盘育秧，大田用种量45千克/公顷，561孔的软盘用足1 500张/公顷，秧龄10～12天，在2.5～3叶时抛栽。母本软盘育秧选在水田秧厢上，按水育秧的要求整理好秧田，每公顷秧田施7 500～15 000千克农家肥，450千克复合肥，以培育母本小壮秧，促低位早分蘖。母本抛栽前1天，大田施复合肥225千克/公顷，尿素150千克/公顷，过磷酸钙375千克/公顷，钾肥150千克/公顷。抛栽后5天，每公顷追施尿素75千克/公顷，钾肥75千克/公顷。晒田复水后，看叶色、看苗补施少量氮、钾肥。

对不同肥力水平田块的穗粒数调查发现，高肥田块的总粒数、实粒数、结实率等都优于肥力中等和缺肥的田块（表8-12）。说明准S需一定的高肥力水平栽培，才能保证其穗多粒足，异交结实力强。

表8-12　不同肥力水平田块准S穗粒结构

肥力水平	总粒数（粒）	实粒数（粒）	包颈粒数（穗）	结实率（%）	包颈粒率（%）	有效穗数（穴）
高肥	86.5	48.4	5.0	55.9	5.8	7.5
中肥	80.5	42.0	6.8	52.2	8.4	7.9
缺肥	83.0	36.0	8.7	43.4	10.5	6.0

（3）强势父本群体的培育。父本采用水育秧，大田用种7.5千克/公顷，秧龄20～25天；秧田要求做到田平、肥足、稀播、匀播。父本2叶1心后灌水追肥，每公顷施用复合肥300千克、尿素75千克，培育父本叶蘖同伸壮秧。父本假双行种植，每穴栽1～2粒谷秧，带蘖8～10根。在与母本同等施肥水平下，另

偏施2次肥，第一次栽插后5～6天每公顷用尿素60千克、复合肥75千克，第二次在母本抛栽后3～4天，每公顷用尿素45千克、钾肥30千克深施。

（4）父母本理想花期相遇的标准。对不同父母本花期相遇的田块进行取样考种，结果表明准两优527制种以父本比母本始穗期早2～3天为理想花期相遇，父本宜早不宜迟（表8-13）。

表8-13 准两优527在桂南秋制不同花遇情况穗粒数结构统计表

花遇类型	穗平总粒数（粒）	实粒数（粒）	结实率（%）
母早父1～2天	88	42.7	48.5
父母同期	82	44.5	54.3
父早母1～2天	82	48.6	59.3
父早母4～5天	91	48.4	53.1

10.2.3 适时、适量喷施“九二〇” 准S对“九二〇”敏感，易倒伏；蜀恢527对“九二〇”反应一般，抗倒伏能力较强，“九二〇”总的施用量为180～210克/公顷，连续喷施3天。在喷“九二〇”前2～3天，每公顷用45～60克调花宝预喷母本，改善母本穗层结构，使穗层松散，颖花授粉几率高。第一天喷施“九二〇”在母本见穗15%～20%，单喷母本，用量45克/公顷；第二、第三天父母本同喷，用量分别为45克/公顷、60克/公顷，并在第三天用45克/公顷对父本单喷一次，保证父本比母本高20～25厘米，形成良好的授粉态势。母本盛花期再喷“九二〇”2～3次，每次用量为15克/公顷，提高柱头活力。由于准S不耐肥抗倒，必须把握好“九二〇”的喷施时期与用量，以防倒伏为前提，确保制种稳产。

10.2.4 除杂去劣，防杂保纯 两系法杂交制种防杂保纯的措施与三系法一致，除杂工作仍需贯穿整个制种过程，发现杂株要及时除掉。在桂南地区双季稻区进行杂交到秋制，存在早季稻落田谷成苗成穗与稻蔸再生苗穗的混杂，所以要采取有力措施，

防止落田谷与稻蔸再生苗穗对制种保纯的危害。

10.3　小结

准两优 527 在广西武鸣的大面积制种成功，说明在桂南地区可进行该组合制种，能满足育性转换临界温度为 24℃的水稻两用核不育系的雄性不育完全表达所需的温度条件，且育性敏感安全期长，可选择的安全抽穗扬花期长。将母本育性敏感安全期安排在 8 月 15 日至 9 月 5 日，抽穗扬花期 9 月 5～20 日。

准两优 527 稳产高产制种技术的要点是母本用足种、育壮秧、密植足苗、前期适当高肥、中期控肥重晒田，“九二〇”喷施宜迟（见穗 25%始喷）、宜轻（母本用量为 120～150 克/公顷），以防倒伏为前提求稳产。其他技术措施可参照其他杂交稻制种稳产高产的技术要求。

（摘自《杂交水稻》2005 年第 4 期）

11　超级杂交水稻组合 Y 两优 1 号优质高产制种技术

陈星霏　李步勋　易振华　张岚
（湖南隆平种业有限公司，湖南长沙，410125）

Y 两优 1 号（Y58S/9311）是国家杂交水稻工程技术研究中心选育的两系超级杂交稻组合，2006 年 2 月通过湖南省品种审定。为了加快该组合的推广进程，2005 年湖南隆平种业有限公司在湖南绥宁县武阳基地安排 0.78 公顷试制，平均单产 2.97 吨/公顷，最高单产达 3.46 吨/公顷，现将制种技术小结如下。

11.1　亲本特征特性

11.1.1　Y58S　Y58S 属中熟中籼类型光温敏核不育系，感

温性中等，不育转换起点温度为23.5℃，不育期不育性稳定，败育彻底，不育株率和不育度均达100%。株叶形态好，株高85厘米左右，茎秆较粗，耐肥抗倒力强。分蘖力强，成穗率一般，单株有效穗8～10个，穗大粒多，穗长26厘米，穗平总粒数146粒，着粒密度较稀，谷粒长形，稃尖带短芒，千粒重25克左右。2005年在绥宁武阳5月28日播种，8月12日始穗，播始历期76天，主茎叶片数12.7叶，播始历期有效积温1 235℃，幼穗分化历期30天。群体抽穗不整齐，抽穗当天很少开花，抽穗后2～5天开花比例大，抽穗历期长达7天以上，群体花期长达15天左右；但花时早，盛花在10：30～11时，午前花达60%以上；柱头外露率高，总外露率为80%以上，其中双边外露率为34.5%。对“九二〇”较敏感，每公顷用300克即可解除卡颈。较抗稻瘟病，注意防治稻粒黑粉病。叶色、叶长、穗粒数和生育期对氮肥较敏感，适宜高肥力水平栽培。

11.1.2 父本9311 9311是籼型中稻品种，株高120厘米左右，生长势强，茎秆粗壮，叶片宽大，株型松紧适中，耐肥抗倒，分蘖力弱，成穗率中等，穗大粒多，千粒重25克。群体抽穗整齐，开花集中，花时早，抽穗历期短。后期易早衰，对肥水反应敏感，如中后期缺肥剑叶短小，叶色褪黄严重。播始历期100天左右，主茎叶片数16～17叶，不抗稻瘟病和稻曲病。生育期感温性和感营养性强，高肥易导致生育进程慢，低肥则快，幼穗分化前慢后快。对“九二〇”反应敏感。

11.2 主要制种技术

11.2.1 母本育性转换期和父母本抽穗扬花期的安排 2005年在绥宁县武阳镇试制Y两优1号，母本育性敏感期安排在7月下旬至8月初，抽穗扬花期安排在8月中、下旬。父本分2期播种，第一期5月9日播种，第二期5月16日播种，母本5月28日播种，与第一期父本时差19天，叶差4.3叶。结果第一期

父本 8 月 12 日始穗，第二期父本 8 月 14 日始穗，母本 8 月 15 日始穗，父本比母本早 3 天始穗。

11.2.2　父母本群体构成　大田父母本行比 1∶12，厢宽 2 米，父本单行栽插，株距 20.0～23.3 厘米，与母本行间距 27～30 厘米，每公顷栽插 2.7 万穴左右，每穴插 2～3 粒谷的苗（含分蘖共 10～15 苗），每公顷基本苗 33 万以上。母本坚持靠插不靠发原则，密度 13.3 厘米×（13.3～16.7）厘米，每公顷 42 万穴左右，每穴插 2 粒谷的苗，含分蘖共 6～7 苗/穴，每公顷基本苗 270 万以上。

11.2.3　培育母本早发群体

（1）培育多蘖壮秧。母本 Y58S 每公顷用种量为 30 千克，水育秧。按秧田与大田比例 1∶（4～5）备足秧田，秧田施足底肥，每公顷施 25%的制种专用肥 600 千克。每公顷播 180～225 千克，稀播匀播。播种前用 500 倍烯效唑溶液泡芽谷，并用好安威等药剂拌种，提高成秧率和促早发。播种后至 2 叶 1 心，保持厢面无明水，并移密补稀，均匀留苗，3 叶见分蘖，培育根多苗健清秀无病虫壮秧。移栽前 5～7 天追尿素 75 千克/公顷作送嫁肥，并带药移栽。

（2）制种田的施肥措施。施足底肥（氮、磷、钾用量比为 1.5∶1.0∶1.0），每公顷施制种专用肥 600～750 千克作底肥，移栽后控制施肥，后期根据制种田肥力状况适当补肥。移栽后至晒田不施肥晒田结束后（幼穗分化Ⅴ～Ⅵ期）看苗、看叶色补施 1 次氮、钾肥，叶色褪黄、苗架不旺的田每公顷施尿素 75 千克、钾肥 75 千克，叶色浓绿、苗架中等的二类苗田每公顷施钾肥 45～60 千克，苗架茂盛、叶色浓绿的一类苗田不再追肥。

11.2.4　培育父本繁茂群体　根据父本 9311 的特征特性，培育穗多穗大、花期长的繁茂父本群体。采用 2 期父本，时差 7～8 天，叶差 1.5 叶，一、二期父本各占 50%。每公顷大田父本用种 7.5 千克，采用两段育秧，培育整齐一致的多蘖壮秧，移

栽秧龄40天，叶龄8.0叶，平均单株带蘖4～5个，每穴插2～3粒谷秧（共10～15个基本苗）。父母本行间距为30厘米，株距20.0～23.3厘米。对父本偏施2次肥料，第一次是在移栽后3～5天，每公顷用45%的复合肥90～105千克做成球肥深施，第二次是在幼穗分化Ⅱ期晒田前，每公顷偏施尿素和钾肥各45～60千克，使每穴达到20～25个有效穗，穗平均颖花数在140粒以上，形成花期长、花粉量足的高产父本群体。

11.2.5 父母本花期相遇标准 2005年绥宁武阳制种，在幼穗分化初期，通过幼穗剥检，发现母本主穗与第一期父本同期，没有采取调花措施。结果父本抽穗扬花期在8月12～26日，母本抽穗扬花期在8月15～30日，父本整体花期比母本早2～3天，父本完花后，母本未完花。因此该组合制种，母本幼穗发育可较父本早1期，母本较父本始穗早3天较理想。

11.2.6 喷施"九二〇" 在父母本花期相遇的条件下，每公顷"九二〇"总用量为450克，采取先轻后重、父母本单独喷施的方法。在母本见穗10%左右喷第一次，每公顷用量150克，只喷母本；次日喷第二次，每公顷用量240克，父母本同喷，但对父本只能轻喷，以防父本植株过高；在盛花期每公顷用60克对母本养花2次（连续两天下午），每次用"九二〇"15～30克，加水450千克左右。对于母本叶色浓、苗势旺的一类苗，要适当增加用量。

11.2.7 病虫害防治 按三系制种的要求抓好病虫防治，特别注意父本穗颈瘟和母本稻粒黑粉病的防治，关键是在始穗期、齐穗期和赶粉结束后选用对口农药喷施防治。防治稻瘟病可用富士1号、禾益3号等药剂，防治稻粒黑粉病可用爱苗、灭黑灵等药剂。

11.3 质量监控措施

11.3.1 除杂保纯 除杂保纯应贯穿整个制种生产过程，在苗期发现异型株应及时清除干净，在抽穗扬花期对异型株、变异

株特别是母本花药散粉的可育株和半不育株要及时清除，确保田间含杂株率在0.1%以下。

11.3.2 监控母本育性，评估种子纯度 在母本幼穗Ⅳ～Ⅵ期，利用温度自动记录仪对基地每天的气温进行测量记录，算出每天的平均温度和最低温度。母本见穗前，在制种田中随机取母本15蔸移入绝对隔离区域进行盆栽，按制种田的要求进行管理，齐穗20天后进行自交结实考查其自交结实率。在母本抽穗期，每隔1天在制种田随机取当天见穗的穗子10穗，取每个穗子颖花各2～3朵进行花粉镜检。在母本授粉期结束的第十天后，随机取样考查异交结实率。在母本收割前对制种田田间含杂率进行验收检查。按照纯度估算值=100%－（田间含杂株率×4+隔离自交结实率/母本异交结实率×100%）进行种子纯度值估算。2005年Y两优1号种子纯度估算值=100%－（0.05%×4+0.3%/45.25%×100%）=99.1%。通过海南种植鉴定纯度为99.3%。

11.3.3 适时收割 在种子成熟度达到80%左右时，抢晴好天气收割，并及时干燥，确保种子质量和发芽率。不宜推迟收割，防止母本高位分蘖成穗自交结实种子成熟而影响种子纯度。

摘自《杂交水稻》2006年第6期）

12 超级杂交稻两优0293在桂南安全超高产制种技术

谭建林[1] 刘爱民[2] 李永青[1] 谢锡庭[1]
莫之坤[1] 莫神带[1] 易振华[2]
（1. 湖南隆平种业有限公司广西分公司，广西 南宁，530003；
2. 湖南隆平种业有限公司，湖南 长沙，410125）

湖南隆平种业有限公司于2004年晚季安排在广西桂南稻作

区的博白县试制 8.8 公顷，2005 年晚季在武鸣县试制 10.7 公顷，获得初步成功。2006 年晚季在广西武鸣县选择优质基地，制种 143 公顷，平均单产 3.07 吨/公顷，最高单产 5.08 吨/公顷；2007 年制种 180 公顷，平均单产 3.68 吨/公顷，最高单产 5.41 吨/公顷。经过 4 年的制种探索，基本掌握了两优 0293 制种亲本的特征特性、适宜制种的生态条件，形成了较成熟的安全超高产制种技术。

12.1 亲本特征特性

12.1.1 P88S P88S 是湖南杂交水稻研究中心育成的中籼型水稻温敏核不育系，生育期感温性较强，在桂南夏、秋播种，主茎叶片数 14～15 叶，播始历期 65～68 天，平均 66 天。分蘖期株型较松散，孕穗后株型较紧凑，株高 67.7～85.3 厘米，茎秆粗壮挺拔，茎基部节间短而密，抗倒能力强。最后 4 叶叶片较长、直、凹、厚，叶片正卷，剑叶叶片短而挺直。分蘖能力较强，生长繁茂，成穗率中等，单株有效穗 8 个左右，穗长约 21 厘米，着粒密度大，穗平总颖花数 110～160 粒，千粒重约 21 克。P88S 的育性转换临界温度约 24℃，育性转换的温度敏感期在开花前第 13～18 天，不育期花粉败育彻底，以典败花粉为主。异交特性好，柱头外露率 80%左右，其中双边外露率约 50.0%，单边外露率约 30%，柱头较大，柱头长 1.89 毫米，宽为 0.84 毫米，柱头活力强。花时习性好，晴好天气 8 时左右开始开花，10 时前后进入高峰，13 时以前开花率达 80%以上，午前开花率高。抽穗整齐，开花较集中，单株开花历期 10～12 天，单穗开花历期 7 天左右，见穗的第二天开花，盛花期在见穗后第四至八天。异交结实率一般可达 50%～60%。易感稻瘟病和稻粒黑粉病。

12.1.2 父本 0293 株高 120 厘米左右，分蘖期株型较散，孕穗后株型适中，茎秆粗壮，叶片较宽大，繁茂性好。单

株有效穗 10～15 个，穗平总粒数 150～180 粒，千粒重 30 克左右。桂南 5 月底至 6 月中旬播种，播始历期 90～92 天（秧龄 30～35 天时），主茎叶片 16～18 叶；生育期感温性强，对氮肥敏感，高氮生育进程慢，低氮生育进程加快；叶片长宽、有效穗数、穗粒数与中后期肥力水平密切相关，特别耐肥、抗倒伏；幼穗分化前慢后快，抽穗速度快而整齐，抽穗当天开花，花时集中，花期较短，一般单穗开花历期 4～5 天，单株开花历期 7 天左右；高肥栽培，开花期相对延长。对“九二〇”反应敏感。

12.2 安全超高产制种技术

12.2.1 母本育性敏感安全期的确定 为确保制种育性安全，P88S 安全的育性不育起点温度应考虑 24.5℃以上。对广西武鸣县 1980—2004 年 25 年气温资料分析，从 7 月 1 日至 9 月 8 日，日平均气温低于 24℃的记录为 1 天，8 月 1～31 日，日平均气温无低于 24.5℃的记录。为确保制种母本育性的安全，将母本 P88S 育性敏感期安排在 8 月份，抽穗期为 8 月下旬至 9 月上旬。

2006 年、2007 年武鸣基地大面积制种，P88S 育性敏感安全期大多在 8 月中下旬，此期气温均在 25℃以上，9 月上旬始穗，P88S 表现完全败育，所产杂交种子纯度达到 98％以上。但有个别田块因移栽过迟导致少数田块苗期遇水淹僵苗，抽穗期推迟至 9 月中旬，2006 年 9 月 9～11 日、2007 年 9 月 4～5 日均遇低温，2006 年 9 月 16 日后始穗的、2007 年 9 月 13 日后始穗的田块的种子纯度低（70％～95％）。所以在广西武鸣两优 0293 制种的育性敏感安全期必须安排在 8 月份。

12.2.2 安全抽穗开花授粉期的选择 分析武鸣县历年气象资料，8 月底至 9 月中旬的气温在 25～33℃，日均温以 26～28℃居多，空气相对湿度在 70％～90％，较适宜于制种扬花授

粉。根据武鸣县多年来三系法杂交稻制种实践，考虑亲本的生育期及早稻季前作能够安排的最早收获时间，结合母本育性敏感安全期，安全的母本抽穗开花期安排在9月1～15日。

P88S授粉受精率较高，但异常天气对P88S灌浆充实影响很大。2006年8月底至9月7日的高温（日最高温达到37℃以上），导致8月底9月初始穗的田块的种子内外颖弯卷畸形、种子裂颖粒率达40%以上、种子不饱满。2004年、2007年广西博白的两优0293制种在扬花授粉和灌浆期遇较长时间和多次低温连阴雨后，P88S授粉后灌浆充实不正常，引起裂颖粒多、半充实粒多、坏死粒多，结实率只有颖花受精率的30%～50%，种子外观质量差、发芽率低。所以P88S制种应选择在气温较平稳的时段授粉和灌浆，尽可能减少异常天气的影响。最佳授粉、灌浆天气是多云到晴，气温24～34℃，日均温26～28℃，空气相对湿度75%～85%。

12.2.3　父母本播差期安排　2006年选择父母本苗架和"九二〇"喷施效果相同，但花期相遇不同的田块取样考种，考查了父母本异交结实率（表8-14）。

表8-14　两优0293制种不同花期相遇状况异交结实率调查结果

（武鸣，2006）

花遇类型	始穗期（月/日）		母本异交结实率（%）	裂颖粒率（%）	黑粉病粒率（%）
	父本	母本			
父母本同期	9/6	9/6	51.2	13.4	4.4
母早父2天	9/12	9/10	60.4	15.1	4.5
母早父3天	9/11	9/8	62.7	16.5	3.7
母早父6天	9/11	9/5	55.6	16.5	7.5

表8-14结果说明，两优0293制种母本宜早不宜迟，理想花期相遇的标准是母本比父本早2～3天始穗。P88S在桂南6月

下旬至7月上旬播种，播始历期稳定在65～68天，父本0293在6月上旬播种，播始历期90～92天，所以父母本播差期定为(25±1)天，叶差7.0～7.5叶。采用二期父本制种，1、2期父本播差期8天。根据母本育性敏感安全期和安全抽穗开花期的天气要求，在武鸣两优0293制种，第一期父本在6月1～5日播种，第二期在6月9～13日播种，母本在6月26日至7月1日播种，两年制种均在9月上旬始穗，母本较父本早2～4天始穗，父母本花期相遇理想。

2006年在武鸣基地制种发现，秧龄期对父母本的播始历期和花期相遇影响大（表8-15）。父本0293的秧龄每延长1天，播始历期延长约1天，移栽至始穗期的天数（移始历期）稳定在58天左右；母本P88S亦表现相同的趋势。说明两优0293在桂南稻区制种，父母播差期要根据父母本的秧龄期进行调整。

表8-15　两优0293制种不同秧龄的生育期表现

（武鸣，2006）　　　　（单位：天）

父本0293			母本P88S			备　注
秧龄期	播始历期	移始历期	秧龄期	播始历期	移始历期	
34	91	57	12	65	52	父本两段育秧，母本软盘育秧抛栽
35	92	57	13	66	53	
39	96	57	16	68	52	
37	100	63	20	74	54	父母本秧苗素质差，长势弱
45	104	59	23	80	57	

12.2.4　父母本群体结构和培管技术

（1）父母本群体构成。对部分制种高产田块进行测产，2006年母本有效穗270万/公顷左右，穗平总粒约150粒，总颖花约40 000万/公顷，结实率41.3%～56.6%，千粒重约22克，实

收产量 3.5～5.08 吨/公顷；父本有效穗 55 万/公顷左右，每穗颖花数 180 粒，总颖花数约 10 000 万/公顷，父母本颖花比为 1∶4.0 左右。2007 年母本有效穗 340 万/公顷，穗平总粒数约 115 粒，总颖花约 39 100 万朵/公顷，结实率 45%～59.6%，千粒重约 21 克，实收产量 3.87～5.41 吨/公顷；父本有效穗 75 万/公顷左右，每穗颖花数 160 粒，总颖花数 12 000 万朵/公顷以上，父母本颖花比为 1∶3.3。测产结果表明，两年制种高产田块均达到了 3.75 吨/公顷以上，但父母本群体穗粒构成有差异，2006 年母本稀植有效穗少、穗总粒数多，父本总颖花数偏少，母本结实率低；2007 年母本密植有效穗多，但穗粒数少，父本总颖花数增加，母本结实率提高。

（2）父母本基本群体构成和培管技术。父母本行比 2∶14～16，厢宽 2.5～2.8 米。父本用种量 5.25 千克/公顷，分二期播种，采用两段育秧，培养多蘖壮秧，秧龄 30～35 天移栽，采用假双行或窄双行插植，两行父本间距 20 厘米，株距 20 厘米，父母本间距 27 厘米，父本栽插 3.0 万～3.3 万穴/公顷。母本用种量约 30 千克/公顷，采用软盘湿润育秧，用 561 孔的软盘 1 200～1 350 个/公顷，抛秧秧龄 9～12 天，栽 36 万～42 万蔸/公顷。

制种田施足底肥（每公顷施过磷酸钙 375～450 千克、25% 的复合肥 450 千克、尿素 150 千克、腐熟农家肥 7 500～10 000 千克）。母本移栽 5 天后每公顷追施尿素 120 千克、钾肥 75 千克；母本分蘖末期至幼穗分化初期，看苗、看田施用保蘖促穗肥，每公顷施用尿素 60～75 千克、钾肥 120 千克。母本幼穗分化Ⅴ～Ⅵ期看苗施用保花肥，对叶色偏黄的丘块每公顷补施尿素 37.5～45 千克、氯化钾 75 千克；氮素水平较高的田块每公顷施氯化钾 120 千克。始穗前 5～7 天结合病虫害防治叶面喷施硼肥、磷酸二氢钾，以提早花时，提高柱头外露率，增强叶片功能。在与母本同施肥的基础上，父本需偏施 1～2 次，重点在父本移栽

后3～5 天，每公顷用尿素 60 千克+复合肥 75 千克，深施，以培育父本多蘖（达 20 个有效穗/穴以上）、穗大粒多、花期长、花粉量充足的父本群体。

2007 年在武鸣和平基地对施肥水平有较大差异的 2 块田取样考种说明，足肥正常管理的田块在单产、单株有效穗、穗总粒数、穗实粒数、异交结实率上均优于肥力中等、后期施肥不足的田块（表 8-16）。

表 8-16　不同肥力水平田块制种 P88S 穗粒结构及产量

（武鸣，2007）

肥力水平	每穗总粒数	每穗实粒数	结实率（%）	单株有效穗	单产（吨/公顷）
中肥田，后期缺肥	115.4	65.2	56.8	9.7	3.86
高肥田，后期不缺肥	122.8	73.2	59.6	10.3	5.41

(3) 病虫防治。P88S 高感稻瘟病、不抗纹枯病、易感黑粉病，特别在桂南稻作区晚季制种的 6～9 月份，处于高温、多雨、高湿季节，容易爆发病虫为害，防治上一定要做到预防为主，根据天气、苗情、病虫测报情况，掌握田间病虫情动态，及时用药，综合防治。稻瘟病的防治重点抓好大田分蘖期、孕穗至破口期、齐穗期、终花至灌浆初期 4 个关键时期，不管是否发病，到时均要用药；纹枯病的防治重点在大田分蘖末期至始穗期；黑粉病重点抓好始穗期和终花期 2 次用药。虫害防治的关键在前期的稻瘿蚊，前中期的螟虫（二化螟、三化螟、稻纵卷叶螟），中后期的稻飞虱。

12.2.5　适时适量喷施“九二〇”　P88S 在始穗期前对“九二〇”反应较敏感，抽穗 20%后反应迟钝。适宜喷施“九二〇”时期在见穗 3%～5%，总用量为 300～375 克/公顷，分 3 次连续喷施，第一、二次各 120 克/公顷，单喷母本，第三次 90 克/公顷父母同喷。“九二〇”的喷施效果以 P88S 穗颈刚抽出剑

叶叶环、穗型散开为宜。喷施“九二〇”期间，如遇北风、气温偏低时应增加“九二〇”的用量。在盛花期间连续2～3次，每次用30克/公顷“九二〇”喷施母本养花，增强柱头活力，提高母本异交结实率。

12.2.6 采用单长竿进行人工授粉 在制种田按与行向垂直的方向、以赶粉长竿的长度（约5米）分厢，厢间设置宽30厘米的赶粉工作道。赶粉者手握长竿中部，在设置的工作道中行走，将竿置于父本植株的中上部，逐行用力推振父本。此法赶粉效果好，速度较快，不赶动母本；缺点是花粉单向传播，所以各次赶粉应往返来回，使花粉传播均匀。

12.2.7 防杂保纯和育性监控技术

（1）防杂保纯。首先严格选用高纯度的亲本种子，避免使用高世代的已发生不育起点温度漂移的母本种子。二是要安排好制种田前作早稻，宜选用长江中下游稻区的早中熟早稻品种，并适当早播、早插、早收割。一方面可确保制种按时播种、移栽，使母本育性敏感期在安全期内，另一方面留有充分时间处理前作稻桩和落田谷苗；移栽后一周内要保持田面有水层，减少落田谷出苗成苗；同时结合第一次施肥进行中耕，拔除落田谷苗和禾蔸苗。三是在整个田间管理过程中拔除异型株，重点是在始穗至完穗期，把母本中的高温敏株和其他有花粉的杂株及时拔除，特别要加强对类似三系法制种中保持系杂株的“同形可育株”的除杂力度。

（2）母本育性监控与种子纯度判断。按照两系法杂交稻制种母本育性监控与种子纯度判断技术，对母本育性监控与种子纯度判断。2006年因9月9～12日遇日平均温度23.5℃的低温，导致了迟抽穗田块发生育性波动，表8-17是2006年广西武鸣基地不同始穗期两优0293制种种子的纯度判断结果和实际种植鉴定结果，表明通过母本育性监控所得的种子纯度判断结果基本准确。

表8-17　2006年两优0293制种种子纯度判断结果与种植鉴定结果

（武鸣，2006）

始穗期	判断纯度（%）	鉴定纯度（%）
9月14日前	98	97.1～99
9月15～16日	96	94.5
9月17～18日	90	90.3
9月19日后	70	67.7

（摘自《杂交水稻》2008年第2期）

附录1

名 词 术 语

杂交水稻：利用遗传特性有一定差异的两个水稻品种（系）杂交，生产上种植杂交种子第一代（F_1）的水稻。

三系杂交稻：利用质核互作型雄性不育系、雄性不育保持系和雄性不育恢复系配套，培育的杂交水稻。

两系杂交稻：利用光温敏核不育系和恢复系杂交培育的杂交水稻。

超级杂交水稻：采用理想株型塑造与杂种优势利用相结合的技术路线育成的产量潜力大，在配套超高产栽培技术条件下比现有水稻当家品种产量提高8%以上，品质与抗性中等及以上的杂交水稻组合。

水稻雄性不育系：雄性器官退化或花粉败育，雌性器官正常的水稻，不能自花授粉结实，只有依靠外来花粉才能受精结实。目前生产应用的雄性不育系有质核互作型不育系和光温敏核不育系两类。

质核互作型不育系：不育性受细胞质和细胞核不育基因共同控制的雄性不育系，用“A”表示。

光温敏不育系：具有对环境光温条件敏感的隐性雄性核不育基因，光温条件变化可诱导育性转换的水稻，用“S”表示。根据育性转换对光温反应的不同，光温敏不育系分为光敏型、温敏型和光温互作型不育系三大类。

光敏型不育系：在光敏温度范围内，光照长度是育性转换决定因素的不育系，包括长光不育型不育系和短光不育型不育系

两类。

长光不育型不育系： 在光敏温度范围内，长光诱导不育、短光诱导可育的不育系。

短光不育型不育系： 在光敏温度范围内，短光诱导不育、长光诱导可育的不育系。

温敏型不育系： 在一定温度范围内，育性转换主要受温度条件控制的不育系，其中包括高温不育型和低温不育型两类。

高温不育型不育系： 温度条件高于不育系的不育起点温度时表现不育；低于不育起点温度时表现可育的不育系。

低温不育型不育系： 温度条件低于不育系的不育起点温度时，表现不育；高于不育起点温度时，表现可育的不育系。

温光互作型不育系： 育性表达受温光互作效应影响的不育系。其中温度作用大于光长的作用。在不育温度和不育光长条件下为不育，在可育温度和不育光长条件下可育性比可育温度和可育光长条件下的可育性低，在临界温度左右时，可育光长诱导低度可育，不育光长可提高不育。

两系恢复系： 与光温敏不育系配制杂交种 F_1 代结实正常且优势明显的水稻品种（系）。

两系杂交水稻制种： 以光温敏不育系（S）作母本，恢复系作父本，选择母本能安全不育的生态区域与季节安排花期，父母本按一定的行比相间种植，花期相遇，母本接受父本的花粉受精结实，生产杂交种子的过程。

育性转换敏感期： 不育系的育性表达对环境温度与光周期敏感的时期称为育性转换敏感期。粳型不育系的育性转换敏感期在幼穗分化Ⅲ～Ⅴ期（第二次枝根及颖花原基分化期到花粉母细胞形成期），籼型不育系的育性转换敏感期在Ⅳ～Ⅵ期（雌雄蕊形成期至花粉母细胞减数分裂期）。

不育临界光长： 诱导光敏不育系雄性完全败育时所需的最短有效光周期长度。

不育起点温度： 诱导光温敏不育系从可育转向完全不育的阈值温度，用日平均温度表示，亦称为“育性转换临界温度”。

不育起点温度的遗传漂移： 光温敏不育系群体中少数单株的不育起点温度受遗传基础的影响发生改变，产生不育起点温度升高的植株。这些植株数量在繁殖过程中逐代扩大，导致不育系群体的平均不育起点温度呈逐代向上漂移的现象。

育性波动： 光温敏不育系受环境条件影响表现花粉败育不彻底的现象。

育性敏感安全期： 制种时光温敏不育系育性转换敏感期的温光条件能够保证母本连续完全不育≥20 天的时期。

育性安全系数： 育性敏感期内，未出现导致制种所用不育系发生育性波动的日平均气温年份的概率。收集制种基地自有气象观测以来所有年份的日平均温度资料，找出在预期的育性敏感期时段出现有导致制种所用不育系发生育性波动的日平均气温的年份之和，求出此年份和相对于所有年份的比值，再以 1 减去该比值所得的差值，即为育性安全系数，计算公式如下：

$$C = 1 - \frac{n_y}{N_y}$$

式中：

C 为育性安全系数，取值 0～1；

n_y为育性敏感期内出现有导致制种所用不育系发生育性波动的日平均温度的年份数之和；

N_y为所收集气温资料的年份总数。

抽穗扬花安全期： 环境条件无异常高温或连续低温阴雨天气，能保证制种父母本正常开花、授粉和异交结实的时期。

播始历期： 从播种至始穗所经历的天数。

播种时差： 父母本播种期相差的天数，又称播种差期。母本先于父本播种的称播差期倒挂。

播种叶差： 后播亲本播种时先播亲本的主茎叶龄，又称叶

龄差。

播种温差： 父本与母本从播种至始穗的有效积温之差。有效积温定义为生物学上限温度以下和下限温度以上的温度累积值。上限温度为 27 ℃，下限温度为 12 ℃（籼稻）或 10℃（粳稻）。有效积温计算公式：

$$EAT = \sum (T - H - L)$$

式中：

EAT 为有效积温，单位为度（℃）；

T 为日平均气温，单位为度（℃）；

H 为日平均气温高于生物学上限部分，单位为度（℃）；

L 为日平均气温低于生物学下限部分，单位为度（℃）。

花期相遇： 制种时母本与父本同期抽穗开花。

花期预测： 通过对制种田父本与母本的长势、长相、叶龄、出叶速度、幼穗分化进度等综合分析，对父本与母本的始穗时期进行预测。

花期调节： 制种过程中，采取改善花期相遇程度的促控措施。

花时相遇： 一天中，母本与父本开花时间相吻合。

花时调节： 制种过程中，采取改善父母本花时相遇的技术措施。

柱头外露率： 母本柱头外露的颖花数占开花颖花总数的百分比。

人工辅助授粉： 借助工具（绳索、竹木竿）促使父本花粉传播到母本柱头上的方法。

花粉镜检： 用 I_2-KI 溶液（0.2%～2%）对花粉染色，在 100 倍显微镜下观察其着色、大小和形状的过程。

不育花粉： 经 I_2-KI 处理后不染色或染色不正常、形状不规则的花粉。不育花粉包括典败、圆败和染败 3 类。

典败花粉的花粉粒形状不规则、粒小，不染色；圆败花粉的

花粉粒圆形、大小基本正常，不染色；染败花粉的花粉粒染色深但形状小或形状正常但染色浅。

黑染花粉： 经 I_2-KI溶液处理后呈圆形、大小正常、染色深的花粉。

隔离自交结实率： 见穗前移植到与制种田温光环境一致、完全隔离条件下栽培的母本植株的自交结实率。

附录2

两系杂交水稻制种技术规范

1 范围

本规范规定了水稻高温不育型不育系和粳型光敏不育系的制种基地要求、制种季节与花期安排、父母本群体结构及播种、育秧、移栽、施肥、父母本花期预测与调节、异交态势及改良、人工辅助授粉、病虫害防治、母本育性监控、种子纯度判断、除杂、收割、干燥等杂交制种技术及田间调查记载内容与方法。

本规范适用于利用水稻高温不育型不育系和粳型光敏不育系的制种。

2 制种基地的要求

2.1 制种基地育性敏感安全期要求

收集目标制种基地自有气象观测以来的日平均气温资料，同时分析该基地在制种预期育性敏感期内的日长，计算出制种所用不育系在此基地制种可能的育性敏感期的育性安全系数，根据生产者对育性风险的承受能力，选择育性安全系数 0.95～1.00 的育性安全期，育性安全期应≥20 天。

2.2 制种安全抽穗开花期的天气要求

从始穗到授粉结束抽穗开花期出现连续≥3 天整天降雨天气的几率≤5％，日平均气温 24～28℃，日最高气温≤35℃，日最低气温≥21℃，空气相对湿度 75％～90％。

2.3 制种基地要求

制种基地的稻田要求集中连片，肥力水平中上，排灌方便，

旱涝保收，避开山阴田和冷浸田制种，育性敏感期灌溉水温应高于不育系的起点温度1℃以上。

无国内同科植物检疫对象。

2.4 制种隔离要求

制种田隔离平原地区间距≥100米（籼稻）或≥500米（粳稻），或隔离区内种植的非父本水稻与制种母本的始穗期相差≥25天，或有山丘、树林、村庄房屋作为屏障隔离，或在隔离区内种植制种父本。

2.5 收割期安全要求

成熟收割期连续2天以上降雨天气的几率应小于20%。

3 制种季别与花期安排

3.1 春制

海南省南部地区春季制种，抽穗开花授粉期宜在4月25日至5月20日。

3.2 夏制

在海拔300～450米的单季稻区或单双季稻混栽区夏制，湖南和江西抽穗开花期宜安排在7月25日至8月10日，或8月10日至8月25日，湖北、江苏、安徽的长江以北稻区抽穗开花期宜安排在8月5～20日。

3.3 秋制

秋季制种的抽穗开花期，北纬24°～25°的湘南、桂中、粤北宜安排在8月20日至9月10日，北纬22°～24°的华南稻区宜在8月30日至9月15日，北纬20°～21°的雷州半岛宜在9月5～25日。

光敏不育系不能用于秋制。

4 父母本群体结构要求

4.1 基本群体构成

父母本的基本群体构成参见附录A。

4.2 父母本群体穗粒结构

4.2.1 父本群体穗粒指标 早籼稻和粳稻类型组合制种父本每 667 米^{2}有效穗 6.0×10^4～8.0×10^4穗，总颖花数 6.0×10^6～8.0×10^6朵，开花历期应≥10 天。

中晚稻类型组合制种父本每 667 米^{2}有效穗 4.0×10^4～5.0×10^4穗，总颖花数 6.0×10^6～7.0×10^6朵，开花历期应≥12天。

4.2.2 母本群体穗粒指标 早稻类型不育系制种每 667 米^{2}有效穗 2.0×10^5～2.4×10^5穗，每穗颖花 80～120 朵，每 667 米^{2}总颖花 1.8×10^7～2.2×10^7朵，开花历期应≤10 天。

中晚稻类型不育系制种每 667 米^{2}有效穗 1.8×10^5～2.2×10^5穗，每穗颖花 100～150 朵，每 667 米^{2}总颖花 2.0×10^7～2.4×10^7朵，开花历期应≤12 天。

5 播种期与播差期

5.1 播种期

5.1.1 父本先播组合的播种期 父本播种期安排服从母本育性安全期与抽穗开花安全期，兼顾成熟收割安全。根据两个安全期确定的始穗期和父本在该基地该花期的播始历期倒推出父本的播种期，母本的播种期根据父母本播差期确定。

父本宜采用两期父本，亦可根据父母本特性，采用一期父本或三期父本。

5.1.2 母本先播组合的播种期 母本播种期服从育性安全期与抽穗开花安全期，兼顾成熟收割安全。根据两个安全期确定的始穗期和母本在该基地该花期的播始历期倒推出母本的播种期，父本播种期根据母父本播差期确定。

5.2 父母本播差期的确定

以叶差和时差为依据，温差作参考，确定后播亲本的实际播种期。父本采用两期播种时，根据第一期父本确定。

根据先播亲本的出叶速度调整叶差、时差，出叶速度大于常

年同期出叶速度时可缩短时差，以叶差为准；反之适当扩大时差，减少叶差。

根据亲本种子生产至使用年限、播种和移栽方式对播始历期的影响调整父母本播差期。亲本为当年产种（如海南繁种当年使用）播始历期延长1～2天，贮藏两年以上的种子播始历期缩短1～2天。亲本采用直播方式比移栽方式的生育期缩短2～4天。

6 育秧

6.1 大田用种

6.1.1 父本用种量 早稻类型用种量为每667米^{2}0.75～1.00千克；中晚稻类型用种量为每667米^{2}0.35～0.50千克。

6.1.2 母本种源与用种量 大田制种用种应使用按水稻光温敏不育系核心种子和原种生产程序生产的合格不育系种子。千粒重25克的不育系用种量应为每667米^{2}2.0～2.5千克，具体可根据种子千粒重大小、发芽率高低、生育期长短和分蘖能力强弱及育秧方式作适当调整。发芽率高或千粒重小或生育期长或分蘖能力强的用种量减小，反之增加。

6.2 育秧方法与秧田播种量

6.2.1 父本育秧方法与播种量 早稻类型父本采用湿润育秧方式每667米^{2}播种12～15千克，采用旱育秧方式每平方米播种0.10～0.15千克，采用塑料软盘育秧方式每667米^{2}制种田需561孔软盘8～10个。中晚稻类型父本采用湿润育秧方式每667米^{2}播种10～15千克；采用两段育秧每平方米播种0.10～0.15千克。

6.2.2 母本育秧方法与播种量 采用湿润育秧方式的播种量为每667米^{2}10.0～15.0千克。采用塑料软盘育秧抛栽的每667米^{2}制种田需561孔软盘80～100个。

6.3 秧田面积与制种大田比例

早稻类型父本采用湿润育秧的秧田面积与制种大田比例为

1∶12～15。中晚稻类型父本采用湿润育秧的秧田面积与制种大田比例为1∶20～30，采用两段育秧的寄插秧田面积与制种大田比例为1∶10。母本秧田面积与制种大田比例为1∶4～6（按母本大田用种量确定秧田面积）。

6.4　浸种催芽

父母本种子均用消毒药剂处理。同一组合父本种子在同一基地统一浸种催芽，母本种子分户浸种催芽。

6.5　播种

种谷破胸出芽达80%，按6.2条的秧田播种量与6.3条的秧田面积，均匀播种，播后踏谷。

6.6　育秧方式

父母本播差期≥15天的父本宜采用两段育秧，父母本播差期一4～15天的父本宜采用湿润育秧，父母本播差期一5天以上的父本宜采用旱育秧或塑料软盘育秧。母本宜采用湿润育秧或直播。

6.7　秧田管理

6.7.1　施肥

6.7.1.1　基肥　秧田翻耕时每667米²施腐熟猪牛粪肥500千克或腐熟菜油枯饼50千克。秧田平整时施25%的复合肥30～40千克，或尿素9～15千克、过磷酸钙25～40千克、氯化钾10～15千克。土壤肥力水平较高的秧田可按低标准施用。

6.7.1.2　追肥　父本寄插4～5天后，每667米²施尿素和氯化钾各6～8千克；母本秧苗3叶1心时每667米²施尿素7～8千克。

6.7.2　水分管理　旱育秧与塑料软盘育秧的采用喷淋方法保持土壤湿润。

湿润育秧的秧苗2叶前保持厢面湿润，2叶至移栽前保持浅水。

6.7.3　除草除杂及病虫防治　秧苗3叶期人工除草和除去

明显异形、异色秧苗。及时防治秧田病虫。

7　移栽

7.1　移栽叶龄

早稻类型父本采用湿润育秧方式的 4.5～5.5 叶移栽，采用旱育秧与塑料软盘育秧方式的 2.5～3.5 叶移栽。

中晚稻类型父本采用两段育秧方式的 7.5～9.0 叶移栽，采用湿润育秧方式的 6.0～7.5 叶移栽。

母本采用湿润育秧方式的 4.5～5.5 叶移栽。

在上述父母本移栽叶龄范围内尽可能安排父母本同期移栽或缩短父母本移栽间隔时间。

7.2　父母本行比与父本栽插方式

根据组合生育期类型、亲本的特性与授粉方法参照附录 A 选择适宜的父母本行比与父本栽插方式。

7.3　行向

行向与当地抽穗开花期的盛行风向基本垂直。

7.4　插植密度与基本苗

根据亲本特性，参照附录 A 决定父母本栽插密度以及单位面积基本苗数。

8　制种田肥水管理

8.1　施肥

8.1.1　施肥方法　以多元复合肥为主，单一元素肥料为辅；以基肥为主，追肥为辅；母本采用前期重、中期控、后期补的施肥法；在父本生育中期单施深施肥。

8.1.2　肥料用量

8.1.2.1　父母本共用肥料用量　N：P_2O_5：K_2O=2：1：2，每 667 米^{2}施纯 N 总量 10～20 千克，P_2O_5总量为 5～10 千克，K_2O 总量为 10～20 千克。基肥占 70%～80%，追肥占

20%～30%。

具体用肥量和施用时期根据制种田土壤类型和肥力水平、父母本的分蘖能力和耐肥能力（株形、抗倒性）及苗情确定。

幼穗分化第Ⅴ期视母本苗情、叶色每667米²施钾肥5～10千克，适当补施尿素不超过8千克。

8.1.2.2　父本单施肥用量　每667米²父本单施尿素3～6千克、氯化钾2.5～3.0千克，在父本移栽后7～10天深施在父本株（行）间。

8.2　水分管理

母本移栽后深水返青，返青后排水露田，其后湿润灌溉。幼穗分化始期前后晒田或露田。孕穗期至抽穗开花期5～10厘米深水灌溉，授粉结束至种子成熟期保持湿润状态，收获前5～7天排干水。

9　花期预测与调节

9.1　父母本花期相遇及预测标准

父母本花期相遇及预测标准见附表1。

附表1　两系杂交制种父母本花期相遇及预测标准

组合类型		花期相遇标准	花期预测标准	
熟期类型	亲本生育期	始　穗	幼穗分化期Ⅳ前	幼穗分化Ⅳ期～Ⅶ期
早熟组合	R＞S R≤S	S比R早2～3天	S比R早1期 S比R早2期	S比R早0.5期 S比R早1期
中熟组合	R＞S R≤S	S、R同期始穗	R比S早0.5期～1.0期 S比R早1期～2期	R、S同期 S比R早1期
迟熟组合	R＞S R≤S	R比S早2～3天 S比R早1～2天	R比S早2期～3期 S比R早1期～2期	R比S早0.5期～1.0期 S比R早1期

注：R代表父本，S代表母本。

9.2　花期预测方法

花期预测方法主要有幼穗剥检法、叶龄余数法和对应叶龄法。

9.2.1　幼穗剥检法

从预期始穗期前30天左右和预计叶龄余数3.0～3.5叶时开始，每2～3天，在有代表性的制种田，随机定点连续取父母本各10穴的主茎苗在解剖镜下观察生长点和幼穗，根据幼穗分化Ⅰ期～Ⅷ期标准及各期形态特征，参照附录B，判断幼穗发育进程，推算父母本的始穗期，判断父母本花期相遇程度。

9.2.2　叶龄余数法　根据定点观察记载的叶龄和父母本预计的主茎总叶片数推断幼穗分化时期，在有代表性的制种田随机定点，连续取父母本各10穴，剥检主茎余叶数，根据余叶出叶所需天数和剑叶全展至见穗所需天数推算父母本的始穗期，判断父母本花期相遇程度。水稻叶龄、叶龄余数与幼穗发育进程的对应关系参见附录B。

9.2.3　对应叶龄法　根据历年同地同季同组合父母本各发育时期的对应叶龄和花期相遇程度，对照当时父母本的叶龄推测父母本花期相遇程度。

9.3　花期调节

9.3.1　调节原则　以前期（幼穗分化Ⅲ期前）调节为主，后期调节为辅；以推迟和延长花期为主，提早和缩短花期为辅；以调节父本为主，调节母本为辅。

9.3.2　调节措施

9.3.2.1　推迟抽穗和延长花期措施　移栽后控肥控水，分蘖中后期重施氮肥，母本每667米^{2}施尿素7～15千克，父本每667米^{2}施尿素5～10千克，可推迟抽穗和延长花期2～5天。

幼穗分化前期重施氮肥，可推迟抽穗1～2天，适用于父本，母本慎用。

幼穗分化Ⅵ期重晒田，可推迟父本抽穗1～3天。

幼穗分化Ⅲ期前喷施多效唑结合重施氮肥可推迟抽穗和延长花期2～3天。

9.3.2.2 提早抽穗和缩短花期措施 幼穗分化期灌深水（10厘米以上），能加快父本发育进度，可提早抽穗1～3天。

幼穗分化中期施钾肥（每667米^{2}对父本施氯化钾3～5千克、对母本施氯化钾10～12千克），可提早花期1～2天。

幼穗分化Ⅶ期，喷施赤霉素（每667米^{2}父本每次0.2克，母本0.8克，施用3次，每次间隔1～2天），可提早1～2天抽穗和缩短花期2～3天。

9.3.2.3 调节措施的确定 具体调节措施可根据当时的禾苗长势长相、生长发育进程、土壤肥力水平、病虫发生状况和需调节的天数等综合因素确定。

10 父母本异交态势标准及改良技术

10.1 异交态势标准

父本穗层比母本高5～20厘米，母本剑叶长15～20厘米，剑叶与穗颈夹角大于60°，穗层高于叶层，穗颈抽出长度－2～5厘米，颖花外露率≥95%，全外露穗率≥90%。

10.2 异交态势改良技术

10.2.1 赤霉素施用技术

10.2.1.1 赤霉素喷施总用量与始喷抽穗指标 根据母本对赤霉素的敏感性确定总用量和始喷的抽穗指标，具体见附表2。

10.2.1.2 喷施次数 分2～3次喷施，分2次喷施的各次用量比为2∶8或3∶7，分3次喷施的各次用量比为2∶5∶3。

10.2.1.3 喷施时间 每天7：00～10：00或17：00～19：00，用普通背包式喷雾器喷施，每667米^{2}用水量为15～20千克。

附表 2　赤霉素用量及始喷抽穗指标

母本类型	总用量（克/亩）	始喷时的抽穗指标（%）
敏感型	10～15	30～40
中度敏感型	20～30	10～15
钝感型	50～60	0～5

注：1. 赤霉素有效成分达到 8.5×10^5 单位/克以上。
2. 花期相遇好的制种田，父母本同时喷施。花期相遇差的田，父母本应分开喷施。
3. 根据父母本的苗穗数量和喷施时天气调整赤霉素的总用量（群体生物量大和气温偏低时需增加用量）。
4. 根据母本苗穗发育的整齐度调整始喷时间（发育不整齐的田块，适当推迟始喷时间，增加喷施次数）。

10.2.1.4　对父本单独喷施　在父母本同时喷施的基础上，对赤霉素反应中度敏感的父本，在父本抽穗20%～30%时单独喷施一次，每667米^{2}用量为2～6克；对赤霉素敏钝感的父本与敏感型的母本制种时，每667米^{2}父本加喷6～10克；对赤霉素敏感型的父本与钝感性的母本制种时，父本不加喷，在与母本同时喷施时父本少喷。

10.2.1.5　特殊情况下的喷施　遇连续阴雨低温天气，赤霉素用量增加50%～100%，在停雨时或小雨时喷施。遇高温干热风天气，始喷期提早1～2天，在早、晚无风或微风时喷施。对用多效唑调节母本花期的制种田，每667米^{2}在母本幼穗发育Ⅶ期末喷施赤霉素1～2克。

10.2.2　赤霉素养花　母本盛花期，每天对母本每667米^{2}用赤霉素1～2克，对水20千克左右喷施，连续喷施3～4天，母本抽穗比父本早3天以上的制种田尤为重要。

10.2.3　割叶　生长过旺、冠层叶片过长（≥25厘米）和易倒伏的母本，在喷施赤霉素前1～2天割叶，保留剑叶长度5厘米左右。

11　人工辅助授粉

人工授粉时间从父本始花期至终花期8～12天。

每天在父本开花高峰时开始人工辅助授粉，授粉3～4次，每次间隔20～30分钟。

可用绳索拉粉法、单竿授粉法、双竿推粉法等进行人工辅助授粉。

12　病虫害防治

参照水稻大田栽培防治病虫害的方法。稻粒黑粉病和稻瘟病是杂交水稻制种重点防治病害，以药剂防治为主，结合其他防治方法。

13　母本育性监控与种子纯度估算

13.1　母本育性监控

13.1.1　母本育性敏感期温度观察与分析　在母本幼穗分化Ⅲ期～Ⅶ期观测制种基地气温（百叶箱）和灌溉水温变化，分析日平均气温、日最低气温和灌溉水温，对比不育系的不育起点温度值，初步判断制种母本育性安全程度。

13.1.2　母本育性敏感期遇异常低温后的预警措施　如籼稻母本在抽穗前5～15天、粳稻母本在10～20天范围内遇日平均气温24℃以下天气时，可用高于25℃的水深灌15厘米以上，低温过后排水。光敏不育系制种田还需注意日长变化对后发分蘖育性的影响。

13.1.3　花粉镜检　在基地内对不同小气候和不同生长发育进度的制种田块抽样，从母本始穗期开始，取刚抽穗的主穗或分蘖穗，分别取上、中、下部颖花进行花粉镜检，每2～3天镜检1次，镜检结果记录在附录C。发现有染色花粉时需每天连续镜检至无染色花粉止，同时观察田间母本花药是否开裂散粉。

13.1.4 母本隔离栽培自交结实率考查 母本见穗 3 天前，在不同小气候和不同生长发育进度制种田块，随机取母本 20～25 株带泥移植到与制种田基本一致的生态环境下完全隔离栽培，喷施赤霉素，防治病虫，齐穗 20 天后考查自交结实率，考查结果记录在附录 D。如母本育性敏感期遇低气温天气时（低于不育起点温度＋0.5℃），每个类型隔离栽培 50～100 株。

13.1.5 田间检验和母本结实率调查 在齐穗期和成熟期进行 2 次田间检验，调查父母本的杂株率和隔离状况，调查结果记录在附录 E、附录 F。

种子成熟期，在隔离栽培取样的各类型田块中，取样考查母本结实率，考查结果记录在附录 D。

13.2 种子纯度估算

根据母本隔离栽培自交结实率、制种田间母本结实率和制种田间父母本含杂率的调查结果，对杂交种子纯度进行估算。纯度估算公式如下：

$$X(\%) = 100 - (a + \frac{n}{m} \times 100) \quad (1)$$

式中：

X——种子纯度估算值（%）；

a——非育性波动引起的杂株率（%），包括亲本中杂株和杂株串粉株、其他杂株，由田间花检结果推算。

n——母本完全隔离栽培下的自交结实率（%）；

m——制种田母本结实率（%）。

14 除杂

父本杂株主要是机械混杂株和变异株，根据株形、叶色、叶形、粒形、顶芒、生育期等特征判断。母本杂株分 3 类：一是异品种，根据株形、叶色、叶形、粒形、顶芒、生育期等特征判

断；二是同形可育株，植株形态与不育系基本一致，但花药黄色肥大，裂药散粉，花粉正常可育，结实率高；三是高温敏株，齐穗后表现为穗颈明显伸长、花药略大、少量花药裂药散粉、结实率偏高。

全程及时拔除杂株，重点在始穗期至齐穗期。

要求齐穗期田间杂株率≤0.2%，成熟收割前田间杂株率≤0.1%。

15　收割干燥

15.1　收割方法

对父本与母本严格分别收割。采用机械收割时，必须先收割父本，割后清除漏割父本和倒入母本行中的父本。收割前彻底清理脱粒机和装种用具。

15.2　收割时期

以母本籽粒黄熟80%时开始收割。

15.3　清选干燥

收割脱粒后的种子不能堆捂，及时摊晒清除杂质，干燥至含水量13.0%（籼）或14.0%（粳）以下。晒前清理干净晒坪或晒垫以及装种用具。

15.4　标签标注

装种装种后应附有内外标签，内外标签应标明组合名称、净重、产地、生产农户和生产时间。

16　制种档案

制种档案包括田间管理记载、父母本生长发育观察记载、生产检查记录、抽穗开花检查记录、花粉镜检结果、自交结实考种结果和制种母本异交结实率等内容可分别填入附录C、附录D、附录E、附录F、附录G、附录H、附录I、附录J。

附　录　A

（资料性附录）

父母本基本群体构成表

表 A.1　父母本基本群体构成表

父本栽插方式	行比	插植　规格（厘米）		母本厢宽（厘米）	667 米^2 栽穴数（万）		适宜制种组合类型
		父　本	母　本		父本	母本	
单行	1∶8	13.3×（23.3-26.7）*	13.3×13.3	143	0.36	2.86	早稻类型和播差倒挂的组合
	1∶10	16.7×（23.3-26.7）*	13.3×13.3～16.7	170	0.24	3.00	早稻类型和早熟晚稻类型组合
	1∶12	20.0×（26.7-26.7）*	13.3×13.3～16.7	200	0.17	3.00	中晚稻类型组合
	1∶14	20.0×（26.7-26.7）*	13.3×13.3～16.7	227	0.15	3.09	中稻类型组合、父本花粉量足、母本异交性能好
小双行	2∶10	13.0×（23.3-13.3-26.7）**	13.3×13.3	183	0.54	2.78	早稻类型和播差倒挂的组合
	2∶12	16.0×（23.3-13.3-26.7）**	13.3×13.3～16.7	210	0.38	2.32～2.90	早稻类型和早熟晚稻类型组合
	2∶14	20.0×（26.7-16.7-26.7）**	13.3×13.3～16.7	243	0.27	2.3～2.88	中晚稻类型组合
	2∶16	20.0×（26.7-16.7-26.7）**	13.3×13.3～16.7	270	0.25	2.37～2.96	中晚稻类型组合、父本花粉量足、母本异交性能好
大双行	2∶12	13.0×（13.3-26.7-13.3）**	13.3×13.3	200	0.50	3.00	早稻类型和播差倒挂的组合
	2∶14	16.0×（16.7-33.3-16.7）**	13.3×13.3～16.7	240	0.33	2.33～2.92	早熟晚稻类型组合
	2∶16	20.0×（16.7-40.0-16.7）**	13.3×13.3～16.7	273	0.25	2.4～3.0	中晚稻类型组合
	2∶18	20×（20.0-40.0-20.0）**	13.3×13.3～16.7	306	0.22	2.4～3.0	中晚稻类型组合、父本花粉量足、母本异交性能好

注 1：*表示为株距×（左边父母本行距-右边父母本行距）。

注 2：**表示为株距×（左父母本行距-父本行距-右父母本行距）。

附　录　B

（资料性附录）

水稻叶龄与幼穗发育进程的对应关系表

表 B.1　水稻叶龄与幼穗发育进程的对应关系表

主茎总叶片数					幼穗发育形态	幼穗分化进度	分化历期（天）	叶龄余数（天）	距抽穗天数	主茎总叶片数			
11	12	13	14	15						16	17	18	19
主茎叶龄										主茎叶龄			
7.7	8.5	9.5	10.5	11.5	Ⅰ期看不见	第一苞分化期	2～3	3.1～3.5	24～32	12.5	13.5	14.5	15.5
7.8	8.6	9.6	10.6	11.6						12.6	13.6	14.6	15.6
7.9	8.7	9.7	10.8	11.7						12.7	13.7	14.7	15.7
8.0	8.8	9.8	11.0	11.8						12.8	13.8	14.8	15.8
8.1	8.9	9.9	11.1	11.9						12.9	13.9	14.9	15.9
8.2	9.0	10.1	11.2	12.0						13.0	14.0	15.0	16.0
8.3	9.1	10.2	11.3	12.1	Ⅱ期苞毛现	第一次枝梗原基分化期	3～4	3.0～2.6	22～29	13.1	14.1	15.1	16.1
8.4	9.2	10.4	11.5	12.2						13.2	14.2	15.2	16.2
8.5	9.4	10.5	11.6	12.3						13.3	14.3	15.3	16.3
8.6	9.5	10.6	11.8	12.5						13.5	14.4	15.4	16.4
8.8	9.6	10.8	11.9	12.6						13.6	14.5	15.5	16.5
8.9	9.7	10.9	12.0	12.7						13.7	14.6	15.6	16.6

（续）

主茎总叶片数					幼穗发育形态	幼穗分化进度	分化历期（天）	叶龄余数（天）	距抽穗天数	主茎总叶片数			
11	12	13	14	15						16	17	18	19
主茎叶龄										主茎叶龄			
9.0	9.9	11	12.2	12.8	Ⅲ期 毛丛丛	第二次枝梗原基及颖花原基分化期	5～6	2.5～2.1	19～25	13.8	14.7	15.8	16.7
9.2	10.0	11.1	12.3	12.9						13.9	14.9	15.9	16.9
9.3	10.1	11.2	12.4	13.0						14.0	15.0	16.0	17.0
9.4	10.2	11.3	12.5	13.2						14.1	15.1	16.1	17.1
9.5	10.3	11.4	12.6	13.3						14.2	15.2	16.2	17.2
9.6	10.4	11.5	12.7	13.4						14.4	15.3	16.3	17.3
9.7	10.5	11.6	12.8	13.6	Ⅳ期 谷粒现	雌雄蕊形成期	2～3	2.0～0.9	14～19	14.6	15.5	16.5	17.5
9.8	10.7	11.7	12.9	13.7						14.7	15.7	16.7	17.7
9.9	10.8	11.8	13.0	13.8						14.8	15.8	16.8	17.8
10.0	10.9	12.0	13.1	13.9						14.9	15.9	16.9	17.9
10.2	11.0	12.1	13.2	14.0	Ⅴ期 颖壳分	花粉母细胞形成期	2～3	0.8～0.5	12～16	15.0	16.0	17.0	18.0
10.3	11.2	12.2	13.3	14.1						15.1	16.1	17.1	18.1
10.4	11.3	12.3	13.4	14.2						15.2	16.2	17.2	18.2
10.5	11.4	12.5	13.5	14.3						15.3	16.3	17.3	18.3

（续）

主茎总叶片数					幼穗发育形态	幼穗分化进度	分化历期（天）	叶龄余数（天）	距抽穗天数	主茎总叶片数			
11	12	13	14	15						16	17	18	19
主茎叶龄										主茎叶龄			
10.6	11.5	12.6	13.6	14.4	Ⅵ期 叶枕平	花粉母细胞减数分裂期	3～4	0.4～0.0	10～13	15.4	16.4	17.4	18.4
10.7	11.6	12.7	13.7	14.5						15.5	16.6	17.6	18.6
10.8	11.7	12.8	13.8	14.7						15.7	16.7	17.7	18.7
10.9	11.9	12.9	13.9	14.8						15.9	16.9	17.9	18.9
11.0	12.0	13.0	14.0	15.0						16.0	17.0	18.0	19.0
					Ⅶ期 穗定型	花粉内容充实期	4～5		7～9				
					Ⅷ期 穗将伸	花粉完成期	3～4		3～4				

注：主茎总叶片数少、生育期短的亲本，幼穗分化快，历期短，距抽穗天数短；反之则慢、长。

附　录　C

（规范性附录）

两系杂交制种母本花粉镜检结果记载表

表 C.1　两系杂交制种母本花粉镜检结果记载表

组合＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿　　制种基地＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

取样田块地点＿＿＿＿＿＿＿　　取样田类型＿＿＿＿＿＿＿

年＿＿＿＿＿

日期（月/日）	株号	部位	视野编号	典败花粉粒数	圆败花粉粒数	染败花粉粒数	黑染花粉粒数	总花粉粒数	备注
镜检员：									

附　录　D

（规范性附录）

两系杂交制种母本结实考种表

表 D.1　两系杂交制种母本结实考种表

制种组合________________________　制种基地________________________

取样田块地点______________　代表类型________________________

__________年__________月__________日

株号	穗号	总粒数（粒/穗）	实粒数（粒/穗）	黑粉病粒数（粒/穗）	其他	结实率（%）
考查人：						

注：此表也可用于母本隔离栽培自交结实和制种大田母本结实考种。

附　录　E
（规范性附录）
两系杂交制种田间检验表

表 E.1　两系杂交制种田间检验表

组合＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿　制种基地＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

农户姓名	调查田块面积（米^2）	母本						父本			备注
		同形可育株数	异品种株数	高温敏株株数	其他杂株数	总株数	杂株率（%）	杂株数	总株数	杂株率（%）	

检验员：　　　　　　　　　　基地技术员：
基地负责人：　　　　　　　　调查日期：　年　月　日

附 录 F

（规范性附录）

两系杂交制种隔离情况检查记录表

表 F.1 两系杂交制种隔离情况检查记录表

组合____________ 基地____________县__________镇（乡）__________村

隔离问题田块种植品种名称__________________ 始穗期__________________

与周围制种田花期相遇天数__________________

表 受隔离问题影响的制种田块情况调查表

组名	制种农户姓名	田块面积（米^2）	与隔离问题田距离（米）	串粉天数（天）	估计制种产量（千克/亩）	备注
处理办法与意见：						

调查人员： 基地技术员：

基地负责人： 调查日期 年 月 日

附 录 G
（规范性附录）
两系杂交制种观察记载点的基本情况记录表

表 G.1 两系杂交制种观察记载点的基本情况记录表

记载地点________县________镇（乡）________村________组 农户__________

年________________

<table>
<tr><td>组合</td><td colspan="3"></td><td>制种季别</td><td colspan="2"></td><td>记载田面积</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="4">田块情况</td><td colspan="2">土壤性质</td><td></td><td rowspan="2">亲本</td><td colspan="4">肥料施用</td></tr>
<tr><td colspan="2">田块位置</td><td></td><td colspan="2">秧田</td><td colspan="2">大田</td></tr>
<tr><td colspan="2">前 作</td><td></td><td rowspan="3">父本</td><td>底肥</td><td>追肥</td><td>底肥</td><td>追肥</td></tr>
<tr><td colspan="2">肥力水平</td><td></td><td rowspan="2"></td><td rowspan="2"></td><td rowspan="2"></td><td rowspan="2"></td></tr>
<tr><td rowspan="4">父母本群体结构</td><td colspan="2">行比</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">厢宽</td><td></td><td rowspan="3">母本</td><td rowspan="3"></td><td rowspan="3"></td><td rowspan="3"></td><td rowspan="3"></td></tr>
<tr><td rowspan="2">栽插规格</td><td>父本：</td><td></td></tr>
<tr><td>母本：</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="3">赤霉素使用</td><td colspan="2">总量（克/亩）</td><td colspan="2"></td><td>次数</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td colspan="2">始喷时期（月/日）</td><td colspan="2"></td><td colspan="4" rowspan="2">效果：</td></tr>
<tr><td colspan="2">抽穗指标（%）</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td rowspan="4">生育期</td><td>亲本</td><td>播种</td><td>寄插</td><td>移栽</td><td>见穗</td><td>始穗</td><td>齐穗</td><td>收割</td></tr>
<tr><td>父 1</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>父 2</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>母本</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="9">异常情况记录：</td></tr>
</table>

记录人：

附　录　H

（规范性附录）

两系杂交制种亲本叶龄和苗数动态记载表

表 H.1　两系杂交制种亲本叶龄和苗数动态记载表

表　　制种组合________________记载地点________________

记载人________________

年________________

月/日	亲本	项目	株号												平均
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			

附 录 I

（规范性附录）

两系杂交制种亲本生育期统计表

表 I.1 两系杂交制种亲本生育期统计表

组合＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿制种基地＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

年＿＿＿＿＿＿＿＿

制种地点										
海拔（米）										
记载点										
亲本		父1	父2	母本	父1	父2	母本	父1	父2	母本
播种期（月/日）										
播差	时差（天）									
	叶差（叶）									
栽插期	寄插（月/日）									
	移栽（月/日）									
	移栽叶龄（叶）									
始穗期（月/日）										
播始历期（天）										
齐穗期（月/日）										
主茎叶片数										
观察记载人										
备 注										

附　录　J

（规范性附录）

两系杂交制种田间检验与调查报告

表 J.1　两系杂交制种田间检验与调查报告

基地____________________基地负责人____________________

制种组合____________________制种面积____________________

1. 隔离情况检查评价

2. 田间纯度检验结果（含亲本种子质量状况说明）

3. 制种田间表现检查结果

3.1　始穗期：父本____________母本____________花期相遇情况____________

3.2　穗粒结构：父本________________________母本________________________

3.4　病虫为害情况：

3.5　制种产量估测结果：

3.6　种子纯度判断结果：

4. 意见与建议：

检查组负责人签字：

参加人员：

年　　月　　日

主要参考文献

曹文亮，肖层林．2010. 高温老化处理对杂交水稻陆两优996制种不同收获时期种子活力的影响［J］．湖南农业大学学报，36（1）：5-8.

陈立云，等．2001. 两系法杂交水稻的理论与技术［M］．上海：上海科学技术出版社．

陈星霏，李步勋，易振华，等．2006. 两系超级杂交水稻新组合Y两优1号优质高产制种技术［J］．杂交水稻，21（6）：40-42.

方金旭，张长海，刘可计．2010. 超级杂交稻国稻6号亲本特征特性初探［J］．杂交水稻，25（1）：26-28.

付爱斌，曹文亮，肖层林．2009. 两系杂交早稻陆两优996制种适宜收获期研究［J］．杂交水稻，24（4）：15-18.

龚开伟，张吉顺，龚灵芝，等．2005. 两系超级杂交水稻新组合P88S/0293制种高产原因分析［J］．20（3）：33-35.

雷东阳，陈立云，旷浩源．2007. 超级杂交早稻陆两优996亲本异交特性研究［J］．杂交水稻，22（2）：27-29.

雷冬阳，陈立云，肖层林，等．2007. 不同父母本行比对陆两优996制种产量及相关性状的影响［J］．杂交水稻，22（6）：41-43.

雷冬阳，陈立云，肖层林，等．2007. 超级杂交早稻陆两优996制种“九二〇”施用技术［J］．湖南农业大学学报，33（1）：1-4.

廖伏明，袁隆平．1996. 水稻光温敏核不育系起点温度遗传纯化的策略探讨［J］．杂交水稻，10（6）：1-4.

刘爱民，龙和平，李永青，等．2005. 准两优527在桂南高产保纯制种技术研究［J］．杂交水稻，20（4）：20-22.

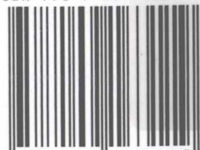
刘爱民，佘雪晴，彭炎，等．2010. 杂交水稻制种母本直播特征特性研究［J］．杂交水稻，25（专辑）：474-478.

刘爱民，肖层林，唐建初，等．1996. 几个新育成两用核不育水稻育性及光温特性的观察与分析［J］．作物研究，10（2）：9-13.

吕川根，邹江石．2000. 两系法亚种间杂交稻两优培九的选育与应用［J］．杂交水稻，15（1）：5-6.
毛一剑，郑根深，胡衣君．2007. 超级杂交稻国稻1号高产制种技术［J］．杂交水稻，22（1）：29-31.
石广跃，黄在进，徐春山，等．2002. 培矮64S制种的高产株型及其培育途径［J］．杂交水稻，17（2）：17-18.
谭体成，黄四齐，蒋公平，等．2005. 两优培九高产制种技术总结［J］．杂交水稻．20（6）：21-22.
汤锡祝，吴志扬，朱冠玲，等．2002. 两优培九大面积高产制种技术总结［J］．杂交水稻，17（4）：15-17.
唐昌华，尹设飞，刘鑫，等．2004. 杂交稻新组合中浙优1号制种技术［J］．杂交水稻，19（6）：31-32.
唐建初，汤传喜．1998. 培矮64S系列组合制种稻粒黑粉病防控技术研究［J］．杂交水稻，12（3）：14-16.
滕友仁，刘标，徐向阳，等．2001. 两优培九优质高产制种技术［J］．杂交水稻，16（6）：16-17.
田大成．1991. 水稻异交栽培学［M］．成都：四川科学技术出版社．
王献，滕友仁，刘标．2007. 两系杂交水稻丰两优4号优质高产制种技术［J］．杂交水稻，22（2）：39-40.
吴玉坤，陈国荣，黄健文，等．2005. 优质高产超级杂交稻新组合天优998制种技术［J］．杂交水稻，20（1）：31-32.
肖层林，刘爱民，张海清，等．2010. 中国杂交水稻制种技术的进步与发展方向［J］．杂交水稻，25（专刊）：46-50.
肖层林，肖志清．1999. 高剂量喷施九二〇对培矮64S异交态势的改良［J］．种子，（3）：30-32.
肖层林，张海清．2010. 两系法杂交水稻制种风险的原因及其控制对策［J］．杂交水稻，25（专刊）：462-464.
肖层林，周承恕．2000. 两系杂交稻种子纯度的影响因素与保纯技术［J］．杂交水稻，15（1）：12-14.
谢鸿光，黄庭旭，杨东，等．2007. 杂交水稻Ⅱ优航2号高产制种技术［J］．杂交水稻，22（1）：40-41.
谢建华，方建林，杨远柱．2010. 两系杂交早稻组合陵两优268高产制种技

术［J］．杂交水稻，25（专辑）：510-512.
徐国法，邹德进，陈梅英．2010．两系超级杂交稻丰两优4号高产制种技术［J］．杂交水稻，25（4）：33-34.
杨联松，郑力平，白一松，等．2010．两系杂交中籼皖稻153母本直播高产制种技术［J］．杂交水稻，25（专辑）：513-515.
袁隆平．1994．水稻光温敏核不育系提纯和原种生产［J］．杂交水稻，8（6）：1-3.
袁隆平．1997．杂交水稻超高产育种［J］．杂交水稻，11（6）：1-6.
袁隆平．2006．超级杂交稻研究［M］．上海：上海科学技术出版社．
袁隆平．1992．两系法杂交水稻研究论文集［M］．北京：中国农业出版社．
袁隆平．2002．杂交水稻学［M］．北京：中国农业出版社．
张颜山，邓基宣，李伟明．2005．杂交晚稻新组合丰源优299优质高产制种技术［J］．杂交水稻，20（5）：25-26.
张自国，曾汉来，李玉珍，等．1994．水稻光温敏核不育系育性转换的光温稳定性研究［J］．杂交水稻，8（1）：4-8.
周继勇，王仁祥，肖层林，等．2008．"九二〇"对株两优02制种母本茎秆性状及倒伏影响的研究［J］．湖南农业大学学报，34（5）：506-512.
周继勇，肖层林，刘爱民，等．2010．两系超级杂交稻Y两优1号母本直播制种技术［J］．杂交水稻，25（1）：28-30.

封面设计　田　雨



ISBN 978-7-109-16311-9

9 787109 163119 >

定价：30.00元

封面页
书名页
版权页
前言页
目录页
第1章　超级杂交水稻研究与应用概述
1　超级杂交水稻组合选育与应用进展
2　超级杂交水稻制种技术的探索
3　超级杂交水稻制种展望
3.1　杂交水稻制种基地组织管理方式展望
3.2　杂交水稻制种技术展望
第2章　制种生态条件选择技术
1　雄性核不育系的温光反应特性
1.1　雄性核不育系的温光反应类型
1.2　育性转换临界温度
1.3　育性转换温度敏感期及敏感部位
1.4　花粉败育与自交结实
2　超级杂交水稻制种基地与季节的条件
2.1　气候条件
2.2　生产条件
2.3　社会条件
3　超级杂交水稻制种基地与季节的协调安排
3.1　三系法杂交水稻制种基地与季节安排
3.2　两系法杂交水稻制种基地选择与季节安排
第3章　父母本花期相遇调控技术
1　父母本播种期及播差期安排
1.1　父本播种期数安排
1.2　父母本播差期安排
1.3　父母本播差期调整
2　父母本秧龄期确定

3　花期预测与调节技术
3.1　花期预测方法
3.2　花期调节技术
第4章　父母本群体培养技术
1　田间种植方式的设计
1.1　父母本行比确定
1.2　行向确定
1.3　父本种植方式
2　父母本群体结构目标
2.1　父本群体结构与制种产量的构成
2.2　母本群体结构与制种产量的构成
3　父母本群体结构定向培养技术
3.1　父本育秧技术
3.2　母本育秧技术
3.3　母本直播与苗期管理技术
3.4　制种大田父母本培养技术
第5章　父母本异交态势的改良与授粉技术
1　“九二〇”喷施技术
1.1　“九二〇”喷施时期的确定
1.2　“九二〇”用量的确定
1.3　“九二〇”喷施次数与时间的确定
1.4　“九二〇”喷施时加水量的确定
1.5　父本喷施“九二〇”
1.6　“九二〇”养花
2　割叶技术
2.1　割叶的时期
2.2　割叶程度及割叶后管理
3　人工辅助授粉技术
3.1　人工辅助授粉的必要性
3.2　人工辅助授粉的时间与次数

3.3　人工辅助授粉的工具与方法
第6章　杂交水稻种子质量标准与检测技术
1　种子纯度检测
1.1　纯度意义及其标准
1.2　种子纯度鉴定
2　种子发芽率测定
3　种子含水量测定
4　种子净度分析
5　种子裂颖粒率分析
5.1　种子裂颖的表现
5.2　裂颖种子对种子质量的影响
6　种子穗萌穗芽粒率分析
6.1　种子穗萌芽现象
6.2　种子穗萌芽原因
7　稻粒黑粉病粒率分析
7.1　稻粒黑粉病的表现
7.2　稻粒黑粉病发生的原因
第7章　杂交水稻制种质量控制技术
1　杂交水稻制种纯度控制技术
1.1　使用高纯度的亲本种子
1.2　制种田的前作处理与隔离
1.3　田间除杂
1.4　适时收割
2　种子净度与发芽率控制技术
2.1　及时干燥
2.2　精选加工与贮藏
2.3　穗萌穗芽控制
3　稻粒黑粉病的防治
3.1　安排开花授粉至种子成熟期的天气影响
3.2　培育稳健的母本苗架

3.3　适时适量使用“九二〇”
3.4　药剂防治
4　两系法杂交水稻制种纯度监控
4.1　选择育性安全期制种
4.2　育性安全的判断与种子纯度的估算
第8章　超级杂交水稻制种技术研究与实践
1　温敏核不育系株1S、陆18S的主要特征特性观察
1.1　亲本生育期特性与形态特征
1.2　育性表现
1.3　异交特性
1.4　对“九二〇”的敏感性
2　两系杂交早稻新组合株两优819高产制种技术
2.1　亲本特征特性
2.2　制种技术要点
3　两系杂交早稻新组合陆两优996高产制种技术
3.1　亲本特征特性
3.2　高产制种技术
4　超级杂交稻丰源优299超高产优质制种技术
4.1　亲本的主要特征特性
4.2　超高产优质制种技术
5　T优300稳产高产优质制种技术
5.1　亲本的特征特性
5.2　主要制种技术措施
6　协优9308高产制种技术
6.1　亲本特征特性
6.2　高产制种技术
7　杂交水稻Ⅱ优084母本旱育抛秧高产制种技术
7.1　亲本特征特性
7.2　抛秧制种增产原因
7.3　旱育抛秧制种技术

8　优质高产杂交稻新组合天优998制种技术
8.1　父母本特征特性
8.2　父母本播差期安排
8.3　培育高产群体结构
8.4　适时适量喷施“九二〇”
8.5　加强病虫害防治
8.6　严格去杂，保证种子纯度
9　两优培九在湖南高产制种技术研究
9.1　材料与方法
9.2　结果与分析
9.3　结论
10　准两优527在桂南高产保纯制种技术
10.1　亲本特征特性
10.2　高产保纯制种的主要技术措施
10.3　小结
11　超级杂交水稻组合Y两优1号优质高产制种技术
11.1　亲本特征特性
11.2　主要制种技术
11.3　质量监控措施
12　超级杂交稻两优0293在桂南安全超高产制种技术
12.1　亲本特征特性
12.2　安全超高产制种技术
附录1　名词术语
附录2　两系杂交水稻制种技术规范
主要参考文献
插页页
附录页
封底页